

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**COMPARACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUB-CUENCA
DEL RIO TEOCINTE DE 1,995 – 2,004 Y SU INCIDENCIA EN EL RECURSO
HÍDRICO**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

VICTOR MANUEL ARIAS IZAGUIRRE

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

FITOTECNISTA

En el gado académico de

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc.	César Linneo García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erbero Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr.	Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	M Eh.	Rut Raquel Curruchich Cumez
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr.	Efraín Medina Guerra
SECRETARIO	Ing. Agr.	Marco Romilio Estrada Muy
EXAMINADOR	Ing. Agr.	Marco Antonio Nájera Caal
EXAMINADOR	Ing. Agr.	Carlos R. Motta de Paz
EXAMINADOR	Ing. Agr.	César de la Cerda A.

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,015

Guatemala, Febrero de 2,004

**Honorable junta directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Señores miembros ;

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de tesis titulado :

**COMPARACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUB-CUENCA
DEL RIO TEOCINTE DE 1,995 – 2,004 Y SU INCIDENCIA EN EL
RECUROS HÍDRICO.**

Trabajo que presento como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en el grado académico de Licenciado.

En espera de una resolución favorable me suscribo de ustedes.

Atentamente.


Victor Manuel Arias Izaguirre

Guatemala, Febrero de 2,005

Doctor
David Monterroso Salvatierra
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC

Dr. Monterroso :

De manera atenta y de acuerdo con las normas del programa extraordinario de realización de tesis de grado, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis presentado por el estudiante Victor Manuel Arias Izaguirre, carné No. 19085, Como requisito previo a graduarse como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

Dicho trabajo de investigación llena los requisitos por el Instituto de Investigaciones Agronómicas - IIA – de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser aprobado como tal.

Atentamente.


Ing. Agr. Noengry Amilcar Mérida González
Colegiado No. 2,711

Guatemala, Febrero de 2,005

Doctor
David Monterroso Salvatierra
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA-
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC

Dr. Monterroso :

De manera atenta y de acuerdo con las normas del programa extraordinario de realización de tesis de grado, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis presentado por el estudiante Victor Manuel Arias Izaguirre, . Carné No. 19085, como requisito previo a graduarse como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

Dicho trabajo de investigación llena los requisitos exigidos por el Instituto de Investigaciones Agronómicas – IIA – de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala para ser aprobado como tal.

Atentamente :



Ing. Agr. Josué Iván Morales Dardón
Colegiado No. 1,423

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

MIS PADRES **Víctor Manuel Arias Cárdenas**
Victoria Eugenia Izaguirre Morán

MIS ABUELOS

MI ESPOSA **Nidia Araceli Azurdia Mansilla de Arias**

MIS HIJOS **Kareen Vanessa Arias Azurdia de Barreda**
Diana Samantha Arias Azurdia
Aldo Roberto Arias Azurdia

MI YERNO **Juan Pablo Barreda Muralles**

MIS NIETAS **Monserath Barreda Arias**
Fernanda Barreda Arias

MIS SUEGROS **José Esaú Azurdia Ponce (Q.E.P.D)**
F. Antonieta Mansilla

MIS AMIGOS

MI FAMILIA

AGRADECIMIENTOS

A.

A mi Asesor y amigo Ing. Agr. Noengri Mérida Gonzalez por su valiosa orientación, interés y dedicación en la revisión del presente trabajo de Tesis.

A mi asesor Ing. Agr. Josué Iván Morales Dardón, por su colaboración en la elaboración de este trabajo.

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	5
1.1. Antecedentes	5
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. MARCO TEORICO	7
4. 1. Marco Conceptual	7
4. 2. Concepto y Generalidades	7
4. 2. 1. Caracterización	7
4. 2. 2. Concepto de Cuenca	7
4. 2. 3. Concepto de Sub-Cuenca	7
4. 2. 4. Concepto de Manejo de Cuenca	7
4. 2. 5. Cuenca como unidad de planificación	8
4. 2. 6. Ordenación de Cuencas	8
4. 2. 7. Plan de manejo de una cuenca	8
4. 2. 8. Aplicación de sistemas agroforestales para el manejo de cuencas	8
4. 2. 9. Recurso Suelo	10
4. 2.10. Uso Potencial de la Tierra	10
4. 2.11. Tamaño de la Cuenca	15
4. 2.12. Forma de la Cuenca	15
4. 2.13. Pendiente de la Cuenca	15
4. 2.14. Impacto Ambiental	15
4. 2.15. Vertiente	16
4. 2.16. Valle	16
4. 2.17. Colinas	16
4. 3. Marco Referencial	16
4. 3. 1. Ubicación y Altitud	16
4. 3. 2. Tenencia de la Tierra	17
4. 3. 3. Patrón de Drenaje	17
4. 3. 4. Pendientes	17
4. 3. 5. Erosión	18
4. 3. 6. Uso actual de la Tierra	18
4. 3. 7. Vegetación	18
4. 4. Análisis Fisiográfico de la Sub-Cuenca del Río Teocinte	19
4. 4. 1. Presa Teocinte (Santa Marta)	19

4. 4. 2.	Área de la Sub-Cuenca	20
4. 4. 3.	Zonas de Vida	20
4. 4. 4.	Condiciones Climáticas	20
V.	OBJETIVOS	21
5.1.	Objetivos Generales	21
5.2	Objetivos Específicos	21
VI.	HIPÓTESIS	21
VII.	METODOLOGÍA	21
7. 1.	Determinar áreas Críticas de Manejo de la Sub-Cuenca	22
7. 2.	Determinación de Criterios de Manejo Suelo/Planta	22
7. 3.	Determinar la capacidad de Uso del Suelo	22
7. 4.	Determinar el Uso Potencial de la Tierra	22
7. 4. 1.	Condiciones técnicas	22
7. 5.	Proponer un plan de reforestación para las áreas determinadas	24
7. 6.	Proceso del Plan de Reforestación	24
7. 6. 1.	Determinación de Criterios para la Reforestación	24
7. 6. 2.	Características del material vegetal a emplear	25
7. 6. 3.	Distribución de las plantas en el terreno	25
7. 6. 4.	Características generales del material vegetal	25
7. 6. 5.	Distribución de Plantas en el Terreno	27
7. 6. 6.	Resumen	27
7.7.	Resultados	27
7. 7. 1.	Incremento del Caudal	27
7. 7. 2.	Normas generales para la plantación forestal	28
7. 8	Cuidados Culturales	28
7. 8. 1.	Riegos y Fertilización	28
7. 8. 2.	Controles Necesarios	28
7. 8. 3.	Podas y Clareos	28
7. 8. 4.	Patrón de Drenaje	29
7. 8. 5.	Susceptibilidad a la Erosión	29
7. 8. 6.	Prioridades de Reforestación	30
7. 8 .7	Resultados de los caminamientos efectuados en la sub- cuenca del rio teocinte	30
7. 8. 8	Uso actual de la tierra	31
7. 9.	Conclusiones	33
7. 10.	Recomendaciones	33
7.11.	Costos	36
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	39
IX.	ANEXOS (FIGURAS)	39

39- a	Mapa (1) Paisaje de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
39- b	Mapa (2) Base del Departamento de Guatemala
39- c	Mapa (3) República de Guatemala (Departamento de Guatemala)
39- d	Mapa (4) Departamento de Guatemala (Localización de la Sub-Cuenca del (5)Río Teocinte en el Municipio de San José Pinula)
39- e	Mapa (6) Sub-Cuenca del Río Teocinte
39- f	Mapa (7) Áreas reforestadas por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) dentro de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
39- g	Mapa (8) Áreas reforestadas dentro y fuera de la Sub-Cuenca del Río Teocinte y su localización
39- h	Mapa (9) Uso actual de la Tierra y la Reforestación
39- i	Mapa (10) Uso actual de la Tierra
39- j	Mapa (11) Uso Forestal actual de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
39- k	Mapa (12) Fisiografía de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
39- l	Mapa (13) Pendientes
39- m	Mapa (14) Drenajes y Escorrentías
39- n	Mapa (15) Uso potencial
39- ñ	Mapa (16) Curvas a nivel
39- o	Susceptibilidad a la Erosión
39- p	Mapa (17) Prioridades de Reforestación

IX. APENDICES (Cuadros)	40
Cuadro 1 Distribución de Pendientes	19
Cuadro 2 Uso de la Tierra	20
Cuadro 3 Separación de Pendientes entre Curvas	23
Cuadro 4 Análisis de Costos, para el establecimiento de Plantaciones Forestales	36
Cuadro 5 Calendario de Inversiones del Proyecto de Reforestación Teocinte	40
Cuadro 6 Cronograma de Actividades para la Elaboración de la Tesis	41

COMPARACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUB-CUENCA DEL RIO TEOCINTE DE 1,995 – 2,004 Y SU INCIDENCIA EN EL RECURSO HÍDRICO

COMPARISON STATE OF THE FOREST RESOURCE FROM SUB-BASIN OF TEOCINTE RIVER FROM 1,995 to 2,004 AND ITS INCIDENCE ON THE HYDRIC RESOURCE

RESUMEN

El presente estudio se efectuó con el objetivo de dar respuesta a la problemática que presenta la sub-cuenca del Río Teocinte, con relación al mal uso de sus recursos y el estado en el que se encuentra de acuerdo a : Contaminación del recurso hídrico, a erosión de los suelos por su mal uso y falta de manejo forestal .

Esta sub-cuenca es de importancia ya que ocupa un área de 17.44 Kilómetros cuadrados, con una extensión boscosa de 529.02 hectáreas, conformada por las especies de Pino (*Pinus tenuifolia, pseudostrobus*), Ciprés (*Cupresus lusitánica*), Encino (*Quercus sp*), Casuarina (*Caasuarina cunninghami*), Aliso (*Alnus acuminata*), Eucalipto (*Eucaliptus cinerea*), y Fresno (*franixus hondurensis*).

Aquí se involucran 5 quebradas nombradas El Arenal, San Antonio, Las Anonas, Las Pilas y La Manquita, que se extienden de el Cerro Ladino hasta el Clavillo, con orientación Este Oeste, convergiendo en un triángulo, originando el Río Teocinte, el que proporciona agua a aproximadamente 900,000 habitantes de la ciudad Capital de Guatemala, se calcula que su aportación al caudal de un 25 % para el consumo total de los habitantes.

La investigación trata de contrarrestar los problemas, partiendo del uso de una metodología basada en el manual para la clasificación de Tierras con Capacidad de uso, del Instituto Nacional de Bosques – INAB -, en la cual es necesario realizar tres fases, la primera recopilación y análisis de información biofísica, elaboración de mapas de unidad fisiográfica, de pendientes y mapa de uso de la tierra, seguidamente se efectúa la fase de campo, esto se dirige a verificación de límites de la unidad de mapeo, profundidades de suelo chequeado de mapa de pendiente, de cobertura vegetal y uso de la tierra, luego se desarrolla

la fase de integración de las unidades, elaboración de mapas de capacidad de uso. Para lo anterior se auxilia de fotografía aérea, hojas cartográficas, plantillas y caminamiento de campo.

Con esto se formulará un plan de Reforestación que implica, reconocimiento y delimitación del área a Reforestar, preparación de viveros, cercado de las áreas, limpias, trazos, ahoyado, plantación y replantación.

Lo anterior definió las áreas a Reforestar que están en pendientes mayores de 32 %, ubicadas En los Cerros Ladino y Clavillo, las cuales abarcan una extensión de 132 hectáreas y 26 hectáreas de prioridad Dos, localizadas en los extremos Este y Oeste con pendientes menores de 32 % haciendo un total de 158.33 hectáreas, las que se necesitan recuperaren la Sub-Cuenca de Río Teocinte.

El potencial de las plantaciones forestales en abastecimiento de volumen de madera es de 126,964.8 metros cúbicos y de leña 31,741.2 metros cúbicos, el total estaría en la cifra de 158,706 metros cúbicos de madera y leña.

Otro aspecto de importancia es la determinación de las fuentes de contaminación : Las aguas negras del Municipio de San José Pinula y sus colonias, los residuos del Rastro Municipal, residuos y aguas negras de las granjas avícolas, aguas contaminadas y residuos de la Fabrica de Jugos el Sol, orines y excremento del ganado criado por parte de la finca Agua Tibia y en establecimiento del Basurero Municipal que se localiza en el lugar llamado El Embudo y que se encuentra dentro de la sub-cuenca (conteniendo desperdicios, basura, envases con residuos químicos, restos de hortalizas animales muertos, etc) todas esta agua contaminadas son dirigidas a la Presa del Río Teocinte para ser conducidas a los tanques de captación de Acatán (Zona 16) y luego ser distribuidas a los habitantes de las zonas 1, 5, 6 y 16 de la Ciudad Capital.

Se debe priorizar la reforestación de 158.33 hectáreas de las 629.2 hectáreas aplicando racionalidad económica a efecto de evitar el desperdicio de recursos, ya que en un futuro la obtención de beneficios ambientales, económicos y sociales serán cuantificables.

La sub-cuenca, por medio de la reforestación alcanzará un equilibrio entresuelo, agua, vegetación, este proyecto traerá suministro de agua, salubridad, detención de la erosión, generación de empleos, minimización de los tratamientos de aguas, rehabilitación y protección de la vida silvestre, por lo anterior es importante que se ejecute el Proyecto en el corto plazo posible, para obtener beneficios directos e indirectos respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se han utilizado los recursos naturales sin un enfoque de manejo sostenible, lo cual ha provocado su deterioro y agotamiento, con la consecuente modificación de las condiciones climáticas.

Entre los recursos naturales mas afectados, se encuentran el agua, suelo y bosque, que visualizándolos de una forma integral dentro de una cuenca presentan impactos negativos para el desarrollo del país en los temas del medio ambiente, crecimiento económico, clima, calidad de vida de la población, producción, etc. Por lo anterior, el uso de la tierra y los recursos naturales que en ella están asociados, deben de ser objeto de una adecuada planificación con enfoque de cuencas.

El presente estudio se orienta a la Sub-cuenca del Río Teocinte que tiene una extensión de 17.44 Kilómetros cuadrados o sea 1744 Hectáreas y se encuentra ubicada en el Municipio de San José Pinula, Jurisdicción del Departamento de Guatemala; la cual es de suma importancia en lo que corresponde al aprovechamiento del recurso hídrico que se concentra y corre por su área de influencia; la que abastece a las Zonas 1, 2, 5, 6 y 16 de la Ciudad Capital de Guatemala. Este aspecto apunta a que la Sub-cuenca debe ser objeto de Caracterización en lo que respecta al recurso agua, suelo y bosque y de acuerdo a sus condiciones encontradas efectuar una propuesta de recuperación con un proyecto de reforestación y conservación de suelos el cual pretenda estabilizar y mejorar el caudal de la Sub-cuenca y por consiguiente el recurso suelo y que al final redundará en beneficios directos e indirectos de la calidad de vida y sostenibilidad de los recursos naturales de los pobladores aledaños y de los usuarios directos del recurso agua (ver anexo, Mapa 5).

1.1. ANTECEDENTES

Este Proyecto se consideró de Prioridad Uno, para los trabajos de reforestación del Instituto Nacional Forestal INAFOR durante 1,977, la deforestación ha venido ocasionando el agotamiento de las fuentes de agua que surten a la Capital, además a incrementado el volumen de escorrentía hacia el río Teocinte y causado inundaciones, deslaves y erosión .

Otra razón que impulsó a INAFOR y EMPAGUA a iniciar la reforestación de esta sub-cuenca es que existen las condiciones legales favorables, (Acuerdo gubernativo del 22 de Abril de 1,974).

Por otra parte se realizó la investigación de campo tendiente a establecer el régimen de tenencia de la tierra en el área y la respectiva verificación catastral; efectuando arreglos primarios con veintiuna fincas que se encuentran localizadas en la mencionada sub-cuenca. El INAFOR esperaba reforestar la sub-cuenca del Río Teocinte durante 1,977 unas 300 hectáreas sembrando para el efecto 750,000 plantas.

Para el caso, se dio Primera prioridad a unas 336 hectáreas ubicadas sobre pendientes mayores de 32 % en las Quebradas La Manguita, Las Pilas, San Antonio, El Arenal y Las Anonas. La Segunda prioridad la constituyen 132 hectáreas, localizadas en pendientes mayores de 32 % en las Quebradas de los Cerros : Ladino y Calvillo. La Tercera prioridad la constituyen 60 hectáreas que comprenden las zonas pequeñas de los extremos Este y Oeste de la Sub-cuenca.

Se fomentó la aplicación de los Incentivos Fiscales (Decreto No. 58-74 del Congreso de la República, Artículo 41) dando facilidades técnicas y administrativas para formación de bosque artificiales. Dichas plantaciones forestales podrían ser Estatales, Municipales y Privadas.

El INAFOR preparó un Programa Quinquenal de Reforestación, el cual sirve de parámetro parcial dentro de un marco de referencia, para apreciar los cambios ocurridos en el transcurso del tiempo a ejecutarse de 1,977 a 1,981 siendo el 23 % pagado por el INAFOR y el 77 % por las municipalidades y el sector privado.

Para poder comparar en forma clara y sistemática el estado de la Sub-cuenca del río Teocinte, es necesario evaluar el área que ocupa, la cual es de importancia, debido a que beneficia con la dotación de agua a potable a aproximadamente a 900,000 personas en la ciudad capital.

El propósito de este proyecto consiste fundamentalmente en recuperar por medio de la reforestación, la Sub-cuenca del río Teocinte, ya que ésta constituye una de las más importantes, precisamente por su actual estado de deforestación y contaminación, se relaciona directamente con los problemas de escasez de agua potable que sufren los centros urbanos, degradación físicoquímica de los suelos (erosión) y contaminación ambiental (12).

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

El mal uso de los recursos naturales del área de la Sub-cuenca que surte a la represa "EL TEOCINTE", la contaminación producida por las aguas negras de San José Pinula, las aguas servidas del rastro de ganado, los desagües de las granjas polleras, potreros de la Finca Agua Tibia, Fábrica de Jugos Del Sol, etc., ha provocado asolvamientos a lo largo del cause y se ha elevado la contaminación, lo que afecta la salubridad de la población.

Otras consecuencias del mal uso de los recursos son la disminución de los caudales disponibles, incrementa los costos de tratamiento del proceso sanitario de las aguas servidas; en lugares cercanos a la represa, están severamente erosionados los suelos, debido a que se ha sembrado maíz en pendientes superiores al 32 % se hace imperativo la protección del área, a través del manejo integrado de los recursos naturales es necesario entonces programas de Reforestación y de Conservación de Suelos, para establecer las condiciones de equilibrio entre hombre y naturaleza, evitando así una catástrofe ecológica.

III. JUSTIFICACIÓN

Esta área tiene una importancia relevante, debido a que beneficia con la dotación de agua potable a aproximadamente 900,000 habitantes de la Ciudad Capital de Guatemala y por Acuerdo Gubernativo del 22 de abril de 1974 fue Declarada ZONA DE VEDA.

Esta Sub-cuenca se considera de prioridad porque constituye en una de las fuentes principales de captación de agua para la ciudad capital, calculándose que aporta un caudal de agua de un 25% del consumo total que consumen sus habitantes de ahí la importancia de realizar el Estudio de Comparación del Recurso Forestal y su Incidencia en el Recurso Hídrico, lo cual se realizará con: análisis, interpretación y evaluación con el uso de mapas cartográficos a escala 1:50,000, fotografía aérea a escala 1:30,000 y las comprobaciones de campo correspondientes al programa de reforestación.

IV. MARCO TEORICO

4. 1. MARCO CONCEPTUAL

4. 2. CONCEPTOS Y GENERALIDADES

4. 2. 1. CARACTERIZACIÓN

Según Oyuelas. D. "La caracterización de una cuenca se define como un estudio de los recursos naturales de la misma, por medio del cual se puede determinar con la situación biótica, abiótica y socioeconómica de la cuenca a planificar" (4).

4. 2. 2. CONCEPTO DE CUENCA

Rodríguez , define a la cuenca como "el área drenada por una corriente o por un sistema de corrientes, cuyas aguas concurren a un punto de salida" (4).

4. 2. 3. CONCEPTO DE SUB-CUENCA

Mora (14), la define como el área en la cual todas las aguas drenan por una sola salida (4).

4. 2. 4. CONCEPTO DE MANEJO DE CUENCAS

"Es el conjunto de técnicas que se aplican, para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas" (4).

4. 2. 5. CUENCA COMO UNIDAD DE PLANIFICACIÓN

La cuenca como unidad geográfica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico ideal para diagnosticar, planificar y evaluar el uso de los recursos, medio ambiente y el impacto global; en tanto que la unidad de producción o el sitio específico puede ser el medio adecuado del manejo de los recursos, según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos y su entorno ecológico y socioeconómico. La integración de todas las unidades de producción y su intervención que bien manejados permitirá lograr el manejo integral de la cuenca, reduciendo su susceptibilidad a los desastres naturales (1).

En este contexto, la cuenca hidrográfica es la unidad territorial natural que ofrece un marco apropiado para la planificación regional o microregional, ya que integra perfectamente al hombre y a su entorno a través de las múltiples interacciones biofísicas, sociales, económicas y administrativas que se desarrollan (8).

4. 2. 6. ORDENACION DE CUENCAS

Henning (14) define la ordenación de cuencas hidrográficas como el manejo de los recursos forestales de una cuenca para la producción y protección del suministro de agua y de los recursos basados en el agua, incluyendo el control de la erosión y de inundaciones y la protección de valores estéticos relacionados con el agua, cuyo objetivos básicos se resumen en los tres puntos siguientes:

- a) Prevención de inundaciones.
- b) Aumento de la cantidad de agua para las actividades humanas.
- c) Mejoramiento de la calidad de agua (6).

4. 2. 7. PLAN DE MANEJO DE UNA CUENCA

El proceso de planificación consiste en la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades, formulando acciones que satisfagan metas y objetivos. El problema en términos generales, consiste en encontrar medios para mejorar la productividad de ecosistemas frágiles, preservando y conservando el Ambiente y los Recursos Naturales. Es decir llegar a establecer un compromiso, entre la producción (aprovechamiento) y la conservación en cada caso, lo cual significa para manejar la relación entre el hombre y su entorno para que ambos puedan subsistir en armonía

4. 2. 8. APLICACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES PARA EL MANEJO DE CUENCAS

En el marco del manejo integral de cuencas, se pueden utilizar los siguientes sistemas agroforestales por sus efectos positivos en el manejo del espacio, en la conservación de los suelos o en la rehabilitación y estabilización de áreas degradadas :

a) Barreras vivas con formación lenta de terrazas para uso agrícola.

Consiste en el establecimiento y manejo de especies leñosas, formando hileras o bandas continuas de vegetación que siguen las curvas de nivel de las laderas. Las barreras vivas interceptan la escorrentía producida por la lluvia y la tierra arrastrada por ella. La tierra se acumula sobre la barrera y como resultado de este proceso, con el tiempo se forman pequeñas terrazas en el relieve de la ladera.

b) Estabilización de cárcavas y taludes

La concentración de la escorrentía en zonas con pendiente elevada e inadecuado manejo de suelos puede provocar cárcavas. En estas condiciones, se establecen bosquetes de uso múltiple sobre la misma cárcava para frenar los procesos de erosión. Para proteger los taludes de los cauces susceptibles a deslizamiento, se establece una densa cubierta vegetal de especies arbustivas y herbáceas.

c) Bosquetes en la cabecera de Cárcavas y Ríos.

En las zonas altas de las colinas o en las cabeceras de cuenca, se establecen o mantienen bosquetes densos de diversas especies, que conforman varios estratos (árboles, arbustos y vegetación anual). Los bosquetes actúan como reguladores de escurrimiento y el flujo de agua de lluvia desde la cabecera hacia las partes bajas, evitando la formación de cárcavas.

d) Cultivos mixtos de especies arbóreas y agrícolas.

Algunas especies forestales tienen la propiedad de incorporar nitrógeno al suelo a través de microorganismos generados especialmente a nivel radicular que fijan este elemento. Estas especies forestales se usan en combinación con prácticas de conservación de suelos para fomentar la fertilidad, lo que incentiva la concentración de la agricultura en zonas aptas y reduce la ampliación de la frontera agrícola.

e) Follaje de especies forestales para materia orgánica

El follaje y las ramas tiernas de los árboles son utilizados como abono. Se incorporan al suelo unos meses antes de la siembra, para aumentar la materia orgánica e incrementar la productividad. Esta técnica mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la capacidad de infiltración y disminuye el riesgo de erosión.

f) Cercos vivos y cercos espinosos.

Los cercos vivos son las prácticas agroforestales mas difundidas porque contribuyen a generar un microclima más benigno, que mejora las condiciones para la producción agrícola.

g) Cortinas rompevientos y cortinas contra heladas.

Las cortinas rompevientos son cercos de vegetación arbórea y arbustiva dispuestos en sentido transversal a los vientos dominantes, con el fin de proteger los cultivos. Las cortinas contra heladas son

cercos muy densos y tupidos de altura media, formados principalmente por árboles, a veces acompañados de arbustos. Se establecen alrededor de los cultivos para neutralizar los efectos de las heladas, que suelen ocurrir en horas de la madrugada (1).

4. 2. 9. RECURSO SUELO

FAO (1975) la define como un área de la superficie de nuestro planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables predominantemente cíclicos de la biosfera, verticalmente por encima y por debajo de ésta área, incluidos los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población vegetal y animal, y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud de estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por parte del hombre (4).

4. 2.10. USO POTENCIAL DE LA TIERRA

El fin primordial del uso potencial de la tierra, no es determinar la vocación de los suelos, si no el hacer una síntesis del uso basado en características climáticas y geológicas, las cuales se expresan en la pendiente, drenaje externo, erosión, entre otras. Que indican condiciones de disponibilidad de agua, suelo vegetación y energía.

El uso potencial de la tierra determina los paisajes naturales o unidades geomorfológicas que se han medido (2).

El uso potencial de la tierra es el uso potencialmente posible en base a la capacidad de uso y a las circunstancias económicas.

En general, la cuenca comprende 0.48 kilómetros cuadrados de suelos urbanizados y 9.20 kilómetros cuadrados de franca vocación forestal. El resto, o sea 7.76 kilómetros cuadrados son de utilización agrícola.

A. CLASE o PAISAJE "B"

- a. Suelo: Los suelos son profundos, con más de 50 centímetros, de textura franco arenosa muy fina a franco arcillo-arenosa, lentamente permeable. El contenido de materia orgánica varía de mediano a alto alrededor de 4 %.
- b. Topografía: La forma topográfica general es inclinada o suavemente ondulada, siendo la pendiente de forma simple y/o compleja ligeramente, ondulada y puede variar entre un 4, 7 y 8 %.
- c. Drenaje externo: Está compuesto por pocas corrientes perennes, pero mayores, muy pocas intermitentes y efímeras. El peligro de inundación

no existe. La velocidad de la descarga de agua es menor de dos metros por segundo.

- d. **Erosión de las Formas de la Tierra:** La erosión pudo haber acarreado hasta un 25% el horizonte superior del suelo. Hay poca pedregocidad externa y/o interna, tiene ciertas limitaciones, tales como exceso de humedad en la estación lluviosa y ligeras limitaciones climáticas respondiendo favorablemente al uso de fertilizantes.

Presenta una erosión moderada, de tipo laminar y casi siempre acelerada por el hombre. El peligro de erosión por agua y por el aire es leve y son áreas en que la erosión edáfica es fácilmente controlada por pequeñas obras de infraestructura física, tales como contornos y curvas de nivel. La pérdida del suelo superficial es del orden de ocho metros cúbicos por hectárea al año.

- e. **Uso de la Tierra:** Debido a las limitaciones de tipo climático, tales como precipitación pluvial, altura, insolación, cambios de viento y temperatura, etc. En este paisaje se reduce la variedad de cultivos pero pueden cultivarse plantas sobre todo para la producción intensiva, aunque también son adaptables al uso extensivo, tales como pastos, bosques y reserva de fauna. Los suelos deben fortalecerse y mantenerse con cubierta vegetal, haciendo rotación de cultivos intensivos, estacionales y/o anuales.

B. CLASE o PAISAJE "C"

- a. **Suelos:** Son moderadamente profundos, con un ancho efectivo que varía entre 25 y 50 centímetros, con una clase de textura fina a mediana. Son lentamente permeables y la estructura con que se asocia es la de bloques. El contenido de materia orgánica es de mediano a bajo alrededor de 3 %.
- b. **Topografía:** La forma topográfica es inclinada y/o ondulada, siendo la pendiente de tipo simple a nivel, o pendiente compleja ondulada, variando entre un 8 y 16 %.
- c. **Drenaje Externo:** La esorrentía está compuesta por corrientes perennes, intermitentes y efímeras. El peligro de inundación es ocasional y los patrones de drenaje son erosivos y de transporte, no habiendo drenaje deposicional. El Patrón es de tipo dendrítico, la velocidad de la descarga de agua es entre dos y tres metros por segundo.
- d. **Erosión de la Forma de la Tierra:** La erosión es moderada y se ha perdido hasta un 37.5 % del horizonte superior. Presenta una erosión combinada, casi siempre laminar y a surcos, y éstas deben ser controladas con obras de infraestructura física, específicamente de

conservación de suelos y agua. La pérdida del suelo superficial es entre 8 y 12 metros cúbicos anuales por hectárea.

- e. **Uso de la Tierra:** En éste paisaje hay que elegir la variedad de cultivos, ya que ellos requieren ciertas prácticas de conservación, pero pueden cultivarse plantas intensivamente con terrazas, contornos y/o curvas de nivel tales como cultivos hortícola y frutícolas, también para pastos, conservación de cuenca, bosques y fauna silvestre y doméstica.

C. CLASE o PAISAJE "D"

- a. **Suelos:** Son moderadamente profundos, con un ancho efectivo entre 25 y 50 centímetros, de textura fina o mediana y de lentamente a muy lentamente permeables. La cantidad de materia orgánica es baja 2%, el drenaje superficial es excesivo y deficiente y el drenaje interno es excesivo el declive es entre 16 y 32 % el grado de humedad es alto, el peligro de inundación es poco frecuente cuando la pendiente es alta, con pedregosidad interna y/o externa.
- b. **Topografía:** La topografía general es ondulada, inclinada o quebrada, siendo la pendiente de tipo simple o pendiente compleja quebrada, hay mucho micro relieve, en el cual se forman áreas pantanosas en la depresiones durante la estación húmeda 2.5 y 3.5.
- c. **Drenaje Externo:** La escorrentía está compuesta por pocas corrientes perennes e intermitentes y muchas efímeras. El peligro de inundación es poco frecuente, pero obliga a trabajos de drenaje complejos y a veces de alto costo. El drenaje es erosivo de patrón dendrítico local o regional. La velocidad de la descarga de agua es entre 2.5 y 3.5 metros por segundo.
- d. **Erosión de las Formas de la Tierra:** Tiene una erosión moderadamente severa, con un promedio del 50% del horizonte superior removido, el peligro de erosión por aire o agua es moderado, el tipo de erosión es laminar y a surcos. La pérdida anual de suelo superficial es entre 12 y 20 centímetros cúbicos por hectárea.
- e. **Uso de la Tierra:** En este paisaje se reduce aún mas las selecciones de cultivos, hay que elegir especies que dependen de la intensidad o extenuidad de uso, tiempo de siembra, labranza y cosecha, controles de plaga, prácticas especiales en el uso y manejo del suelo, agua y vegetación por lo que se pueden cultivar únicamente cultivos extensivos especialmente frutícolas, y hortícola con la tercería adecuada y además pastos, bosques y fauna o sólo para fines silvestres.

D. CLASE o PAISAJE "E"

- a. Suelo: Son muy poco profundos, con un ancho efectivo menor de 25 centímetros, de textura fina o gruesa, muy lentamente o libremente permeable, su tipo estructura es casi siempre laminar y su grado de textura es sencillo, su consistencia en seco es extremadamente en seco es extremadamente dura o completamente suelta. El contenido de materia orgánica es bajo, son altamente calcáreos y/o ácidos. El grado de humedad es casi siempre alto y las inundaciones son poco frecuentes ya que las pendientes son mayores de 16 % y menores de 32 %.
- b. Topografía: La forma general de la pendiente es inclinada y/o ondulada, siendo la pendiente de tipo simple o pendiente compleja con micro relieve.
- c. Drenaje Externo: La esorrentía del drenaje externo está compuesta por muy pocas corrientes perennes, algunas intermitentes y muchas efímeras. El peligro de inundación es poco frecuente, pero debido a la pendiente, el drenaje incisiona, produciendo cárcavas y surcos que deben ser controlados por obras de ingeniería de infraestructura física. La velocidad de la descarga de agua es mayor de 3.5 metros por segundo.
- d. Erosión de las Formas de la Tierra: La erosión es moderadamente severa, con un promedio de 65% del horizonte superior removido, el peligro de la erosión por agua o aire es alto y el tipo de erosión es a surcos, a cárcavas y combinaciones de las mismas. La pérdida anual de suelo superficial es mayor de 20 metros cúbicos por hectárea.
- e. Uso de la Tierra: La selección de los cultivos se reducen aún mas que las del paisaje tipo "D", puesto que hay que elegir cultivos que dependen de las características topo climáticas, tiempo en germinación, desarrollo, sostén mecánico, control de plagas y prácticas especiales en el uso y manejo de suelo, agua y vegetación. Se recomienda para estas zonas, cultivos extensivos, especialmente frutícolas y hortícola con terreería adecuada, especialmente pastos, manejo de bosques y fauna.

CLASE o PAISAJE "F"

- a. Suelos: Los suelos son muy poco profundos, con una menor de 25 centímetros, de textura fina o gruesa con fragmentos gravosos. Son muy lentamente permeables o libremente permeables y su grado estructural es sencillo y no coherente, a extremadamente firme respectivamente. El peligro de inundación es frecuente cuando hay mucho micro relieve y poco frecuente cuando la pendiente es simple.

- b. **Topografía:** La topografía general es ondulada y quebrada, expresada en una forma general de la pendiente de tipo simple con micro relieves y algunas veces es compuesta compleja, pero sin llegar a ser escarpada. El drenaje externo no está compuesto principalmente por corrientes efímeras intermitentes, aunque hay algunos nacimientos perennes. El peligro de inundación es frecuente y regular en las áreas de mucho micro relieve y la drenabilidad de las mismas es difícil y de alto costo por su expresión geomorfológica. El patrón externo es dendrítico. La velocidad de la descarga del agua es mayor de 4 metros por segundo.
- c. **Erosión de las Formas de la Tierra:** Es severa, un promedio del 75% del horizonte superior ha sido removido; el peligro por erosión, por agua y aire es alto y su expresión es casi siempre a través de surcos y cárcavas. Estas áreas están en un proceso irreversible y si llegan a perder su productividad debido al mal manejo de recursos, el ecosistema se degradaría reponiéndose en no menos de 20 años.

Actualmente transforman energía negativamente, la cual se expresa por una pérdida anual de la capa superficial de más de 30 metros cúbicos por hectárea.

- d. **Uso de la Tierra:** En este paisaje se reduce la selección de cultivos y gramíneas y bosques para una cobertura intensa y de uso extensivo. Si se hacen obras de infraestructura civil con maquinaria pesada, se pueden crear terrazas tipo coreano y tejano en las cuales se pueden hacer proyectos de agricultura múltiple y a veces de cultivos intensivos. Necesitan de prácticas especiales e individuales en el uso y manejo del suelo, agua y vegetación pero tomando en cuenta la fragilidad del ecosistema.

CLASE o PAISAJE "G"

- a. **Suelos:** Los suelos son muy poco profundos con menos de 25 centímetros de ancho, la cual restringe el movimiento del agua, aire y raíces en el suelo. La textura es gruesa y hay fragmentos redondos o angulares. Casi siempre son libremente permeables y la estructura es laminar o muchas veces sin estructura. El contenido de materia orgánica es muy bajo menos del 2%. Muestran alta cantidad de concreciones si hay micro relieves y el drenaje superficial disecta el paisaje en forma de surcos y cárcavas; responden pobremente a la aplicación de fertilizantes.
- b. **Topografía:** La forma general de ésta es quebrada y escarpada, siendo la forma de la pendiente compleja con muchos tipos de micro relieve y crenulaciones y la pendiente es mayor de 32%
- c. **Drenaje Externo:** Está definido por gran cantidad de corrientes efímeras y algunas intermitentes. Hay poco peligro de inundación

debido a la pendiente y el patrón de drenaje es dendrítico y hay drenaje sólo de tipo destructivo y degradativo.

- d. **Erosión de las Formas de la Tierra:** Muy severa. En áreas culturales el impacto cultural se ha perdido hasta el 100 % del horizonte superior y están con una erosión linear regresiva muy activa. Son paisajes en que el aire, el agua y la gravedad mantienen un alto peligro de erosión. La pérdida anual de la capa superficial es mayor de 30 metros cúbicos por hectárea.
- e. **Uso de la Tierra:** Debido a las condiciones topo climáticas, tales como temperatura, luminosidad, insolación, forma y longitud y exposición eólica y lumínica de las pendientes, la productividad potencial de los sistemas naturales, en este paisaje sólo se pueden adaptar plantas para producción de cultivos extensivos, pasturas y sobre todo reservas faunísticas y silvícolas. La relación suelo-uso agrícola necesitaría de obras de alto costo para conservación de los recursos y mantener la fertilización y estructura del suelo, incluyendo la aplicación de fertilizantes y agricultura múltiple. Estos paisajes se aconsejan principalmente para reservas faunísticas y áreas de control ecológico (2).

4. 2.11. TAMAÑO DE LA CUENCA

Este factor influye en el escurrimiento superficial, ya que al incrementarse el tamaño de la cuenca se aumenta el volumen escurrido y los escurrimientos máximos. La delimitación del tamaño se puede realizar utilizando fotografías aéreas, plano topográficos, planos regionales o por estimación directa en el campo. Con esto se puede indicar la superficie del área drenada.

4. 2.12. FORMA DE LA CUENCA

Se define por el uso del factor de forma que expresa la relación entre el ancho promedio del área drenada, con la longitud de la cuenca. La longitud se mide desde el punto más remoto de la cuenca hasta la salida. El ancho promedio se obtiene dividiendo el área drenada entre la longitud de la cuenca. (4).

4. 2.13. PENDIENTE DE LA CUENCA

“La pendiente de la cuenca, tiene importancia para guardar una relación compleja con el grado de infiltración con la escorrentía, con la humedad del suelo y con la contribución del agua subterránea a la corriente del cause” (4).

4. 2.14. IMPACTO AMBIENTAL

Cuando una acción o actividad produce una alteración en el ambiente o en algunos de sus componentes, se dice que hay impacto ambiental (7).

4. 2. 15. VERTIENTES

Las vertientes irregulares son cárcavas Lupias o Coladas fangosas, terrazas y escarpes rocosos, además se encuentran entre valles con vertientes de abarcamiento que semejan pequeñas mesetas, como cimas de colinas muy erosionadas por los cultivos.

Las vertientes se descomponen en cárcavas estrechos regueros separados por interfluvios agudos, o bien por cortes convexos desnudados llamados Lomos de Elefante.

4. 2.16 VALLE

La depresión alargada por la que circulan las corrientes, es un Valle. (Geografía Física. Finch y Trewartha).

El valle es un área plana alargada rodeada por cualquier forma de montaña que también se puede formar entre ríos y terrenos ondulados (colinas).

4. 2.17. COLINAS

El término “Colina” tiene el inconveniente que se aplica vulgarmente a elevaciones tan distintas como un montículo o una montaña. Sin embargo es necesario definir bien lo que se entiende por Colina. Por tanto en el aspecto que da el paisaje como en las relaciones con su empleo por el hombre, difiere de llanuras, mesetas y montañas.

Las regiones de colinas se diferencian de las llanuras aún de las más accidentadas, en que su relieve es mucho más marcado. Su diferencia con las mesetas consiste en que han subido una disección más minuciosa y en que sus tierras son menos extensas.

La mayor parte de las regiones de colinas, la morfología es menos compacta que la de las montañas y sus accidentes tienen dimensiones mas reducidas. Las colinas tienen diversos tipos de pendientes, son tierras con poca superficie elevada, no pasan de 500 metros sobre el nivel del mar (5).

4. 3. MARCO REFERENCIAL

4. 3. 1. UBICACIÓN Y ALTITUD

La Sub-cuenca del Río Teocinte, se encuentra localizada en el Municipio de San José Pinula, en el Departamento de Guatemala, a una distancia de 22 kilómetros de la Ciudad Capital, su ubicación geográfica tomando como referencia la parte central, es de 14° 34' 25" latitud norte, y 90° 23' 00" longitud oeste, la Sub-cuenca involucra la parte este de la población de San José Pinula, tiene una elevación de 1605 metros sobre el

nivel del mar en la parte más baja y 1810 metros sobre el nivel del mar en su parte más alta.

4. 3. 2. TENENCIA DE LA TIERRA

La ocupación y posición de la tierra dentro y fuera del área de la cuenca del Teocinte se caracteriza por extensiones principalmente tipo latifundio y en menor grado minifundio, a parte del área de urbanización que presenta cada municipio, aldea, cantón y caserío.

4. 3. 3. PATRON DE DRENAJE

Presenta un drenaje dendrítico si se analiza zonalmente con excepción de una sección de la parte suroeste de la cuenca, que es centrípeto, debido a la elevación del Cerro El Calvillo.

Cuenta con cinco drenajes perennes (quebradas El Arenal y Las Anonas que forman la de San Antonio, Las Pilas y La Manguita); cuatro intermitentes y gran número de efímeras, lo que indica una alta eyección torrencial y poca permeabilidad. Al respecto, se estima que escasamente el 20% del agua precipitada, es aprovechado.

Con una cubierta forestal adecuada se mejorara la infiltración del agua precipitada y la alimentación del manto freático y se evitaría la erosión. Con esto la probabilidad de incrementar el caudal de la presa del Teocinte seria alta (Ver Anexo, Mapa 12).

4. 3. 4. PENDIENTES

La cuenca en lo que respecta a la distribución de pendientes se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de Pendientes

Extensión (Km2)	Rangos de pendiente (%)
6.4	4
0.12	4- a 8
3.25	16 a 32
2.52	32 a 64
1.08	> 64

En síntesis, sumando las pendientes de más del 10% (por ser área de veda), existen 6.8 kilómetros cuadrados (680 hectáreas) que necesitan reforestación y manejo ambiental. Es conveniente mencionar, que algunas de esas hectáreas se encuentran cubiertas de cultivos protectores arbóreos.

El resto de la cuenca (1064 hectáreas) es de vocación agrícola y ganadera, pero con manejo ambiental.

En conclusión y en base a la pendiente, se puede afirmar que la cuenca debe ser objeto de reforestación inmediata, incluso en las pendientes entre 16% y 32% y a que estas se encuentran en los causes (12).

4. 3. 5. EROSION

Según el estudio los procesos y la susceptibilidad a la erosión de surcos y cárcavas, es de 744 hectáreas con potencial de este tipo de erosión combinado, 176 hectáreas con suelos expuestos a erosión laminar y a surcos; y 824 hectáreas de suelos con serios problemas de erosión laminar.

De a lo anterior, se deduce que la cuenca es susceptible a deteriorarse edáficamente, y siguiendo el criterio de susceptibilidad la erosión, debe protegerse un número de 744 hectáreas (12).

4. 3. 6. USO ACTUAL DE LA TIERRA

Debido a las condiciones topó climáticas, tales como temperatura, luminosidad, insolación, forma y longitud y exposición eólica y lumínica de las pendientes, la productividad potencial es de producción de cultivos extensivos pasturas y reservas faunística y silvícolas.

En el cuadro 2 se presenta la descripción del uso de la tierra.

Cuadro 2. Uso de la Tierra

Extensión (Km2)	Uso	Ubicación geográfica
0.44	Urbanístico	Casco de la población, asentamiento, Hacienda Nueva y Palo Blanco
3.68	Agricultura	Parte central de la cuenca y alrededores de las quebradas San Antonio, las Pilas y Manguita.
3.00	Pastos cultivados	Dentro de la cuenca
0.64	Agricultura y pastos	Quebrada las Anonas
3.36	Tierra Baldías (abandonadas)	Parte este de cuenca

4. 3. 7. VEGETACIÓN

Según Holdrige la vegetación esta constituida especialmente por: *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus spp.*, *Byrsonima crassifolia*, son las más indicadoras de esta zona.

Afluentes: Quebradas San Antonio

Las Pilas

La Manguita

El Arenal

Las Anonas.

Número de trabajadores de la presa: 13

1 encargado de la presa

4 guardabosques

2 operadores de planta

1 operador de bombeo

5 linieros

4. 4. 2. AREA DE LA SUB-CUENCA

El área será determinada por planimetría de los puntos determinados en la hoja cartográfica y del mapa delimitado por medio de fotointerpretación. Comprende un área total de 17.44 km² o sea 1744 Has, de las cuales se han reforestado un 21.20 % (369.67 Has). "Dicha cuenca involucra las quebradas El Arenal, San Antonio, Las Anonas, Las Pilas, Manguita y se extiende desde el Cerro Ladino al Oeste, hasta el Cerro El Clavillo al Este, formando un triángulo a la convergencia de estas quebradas, dando origen al Río Teocinte" (13).

4. 4. 3 ZONAS DE VIDA

De acuerdo a Holdridge, la zona de vida donde se encuentra la Sub-cuenca es: bosque húmedo subtropical (templado), esta zona de vida se encuentra representada en el mapa por el símbolo bh-S (t) (9).

4. 4. 4. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Según el INSIVUMEH con datos de registro de 10 años de la Estación Central INSIVUMEH GUATEMALA (la anterior estación localizada en la Finca Agua Tibia dejó de funcionar en 1,956) La precipitación oscila entre 1100 a 1349 mm como promedio total anual.

El promedio anual de lluvias es de 120 días

La humedad relativa anual es de 80 %

La biotemperatura media anual para esta zona, varía entre 20° a 26° C.

La relación de evapotranspiración potencial es de alrededor de 1.0 (16).

Cuando el sitio de plantación es muy húmedo se plantará un poco más alto que el nivel del suelo; en caso contrario, o sea muy seco, se plantará más bajo, que el nivel del suelo, construyendo una pequeña terraza.

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVOS GENERAL

Determinar el estado actual de los recursos suelo, agua, y cobertura vegetal de la sub-cuenca del río Teocinte, para la preparación de un proyecto de reforestación y manejo integral de la cuenca, con la finalidad de conservar principalmente la producción de agua y el ambiente en general.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar y priorizar áreas para la Conservación y Manejo de los bosques naturales residuales, localizados en áreas nacionales, municipales y particulares de vocación forestal.
- b. Elaborar una propuesta de Restauración y Protección de la cubierta arbórea
- c. Identificar la demanda local de leña y el potencial de abastecimiento mediante plantaciones forestales.
- d. Determinar las principales fuentes de Contaminación del Recurso Hídrico.

VI. HIPÓTESIS

La determinación del estado de los recursos suelo, agua y cobertura vegetal de la sub-cuenca del río el Teocinte, será determinada a través del estudio Capacidad de uso del suelo, uso potencial de la tierra, determinación de las áreas críticas de manejo y la propuesta de un plan de reforestación, para las áreas que se determinen, esperando al menos, mantener y mejorar las condiciones de los recursos que la conforman.

VII. METODOLOGÍA

La investigación se llevo a cabo en la Sub-cuenca del río el Teocinte, la cual se encuentra ubicada directamente en el municipio de San José Pinula, jurisdicción del departamento de Guatemala, a una altura sobre el nivel de mar de 1600 msnm, en su parte mas alta.

La investigación comprendió las siguientes etapas :

7.1 DETERMINAR ÁREAS CRÍTICAS DE MANEJO DE LA SUB-CUENCA

Se determinarán las áreas que sobre pasen su capacidad de uso con respecto al uso actual, así como las necesidades de la población, áreas deforestadas, prácticas inadecuadas de cultivo, sobre pastoreo, etc.

7.2 DETERMINACIÓN DE CRITERIOS DE MANEJO SUELO / PLANTAS

7.2.1. RELIMITACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA REFORESTACION Y CRITERIOS DE MANEJO

Se delimitaran las áreas a ser reforestadas, siguiendo el criterio de uso potencial de la tierra que para estos casos exclusivamente forestal. Al mismo tiempo se determinará para cada una de ellas: pendiente, suelos, erosión, situación con respecto a la cuenca y régimen de propiedad. Todo esto con el objeto de tener una visión amplia y detallada de las diferentes áreas y así poder asignarles una prioridades

7.3 DETERMINAR LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

Se elaborara un estudio de los cultivos existentes en el área: ejemplo bosques, hortalizas, pastizales naturales y cultivados, tierra baldía, etc., así como su extensión.

7.4 DETERMINAR EL USO POTENCIAL DE LA TIERRA

Se determinará la extensión que se encuentra urbanizada, cuanta área tiene vocación forestal, además de calcular y que extensión es utilizada en la agricultura, esto se contrastará con la cuantificación de la clase de tierra.

7.4.1. CONDICIONES TÉCNICAS

A. APLICACIÓN DE MAPAS CARTOGRAFICOS Y FOTOGRAFIA AEREA EN LA APLICACIÓN DE ECOSISTEMAS

“En este estudio se utilizarán mapas topográficos a escala 1: 50,000, que es la escala mayor a la que se han elaborado estos mapas de la República en forma sistemática.

El primer paso consistirá en la determinación de pendientes para lo cual se diseñara una plantilla basada en el mapa 1: 50,000; donde el intervalo de curvas de nivel sea de 20 metros.

Es por lo tanto, posible medir pendientes hasta del 32%, debido a que las curvas no permiten medir espacios menores de 1.25 mm, con exactitud. La escala de pendientes se dividirá de la siguiente manera:

Pendientes menores o iguales que el 4%, implican una separación entre curvas de nivel de 10 mm y más.

Pendientes mayores que el 4% y menores o iguales que el 8%, implican una separación entre curvas mayor o igual que 5mm y menor que 10mm.

Pendientes mayores que el 8% y menores o iguales que el 16%, implican una separación entre curvas mayores o iguales a 2.5 mm y menores que 5mm.

Pendientes mayores que el 16% y menores o iguales que el 32% implican una separación entre curvas mayores o iguales a 1.25 mm y menores que 2.5 mm.

Pendientes mayores que el 32%, implican una separación entre curvas menores que 1.25 mm.

Cuadro 3. SEPARACIÓN DE PENDIENTES ENTRE CURVAS

PENDIENTES (%)	SEPARACIÓN ENTRE CURVAS (mm)
0 – 4	>10 - 10
4 – 8	5 – 10
8 – 16	2.5 – 5
16 – 32	1.25 – 2.5
32 - >32	1.25 - <1.25

Por lo tanto, se obtendrá para el análisis, cinco (5) categorías de pendientes, que además de tener gradientes determinados, sean ubicados geográficamente, esto permitirá conocer el área de exposición a la luz solar y tendencia de la misma en cada una de ellas” (2).

Se hará un análisis e interpretación de fotografías aéreas a escala 1:30,000. Cuando este análisis e interpretación sea realizado, se compilará de las fotos aéreas a un mapa topográfico a escala 1: 50,000 toda la información.

Se elaborará también el mapa de uso actual de la tierra, basado en al interpretación de las mismas fotografías aéreas, que permitirá conocer el estado actual de utilización agrícola.

Para ello el análisis e interpretación de fotografías aéreas, se efectuarán encuestas de campo para comparar la exactitud del análisis a los datos y relatos vivenciales de los habitantes de esta Sub-cuenca.

“La sobre posición de la información se obtendrá del análisis cartográfico y foto interpretativo, y permitirá la elaboración del mapa de prioridades de reforestación que dependan de la severidad de degradación de

los suelos, basándose en la susceptibilidad de la erosión y las pendientes del 16% y más” (2).

7.5 PROPONER UN PLAN DE REFORESTACION PARA LAS AREAS DETERMINADAS

Se elaborará un proyecto de reforestación viable y económico para la conservación del agua.

Se delimitará la cuenca, se usaran mapas cartográficos y fotografías aéreas, etc., para poder saber que área se cuenta para reforestar.

7.6. PROCESO DE PLAN DE REFORESTACION

En general y de manera sucinta, el proceso de ejecución de los trabajos de reforestación, comprende las siguientes fases o actividades:

- a. Reconocimiento y delimitación del área a reforestar.
- b. Preparación de viveros, semilleros, trasplante, y mantenimiento, a efecto de obtener la producción de plantas. Esta actividad se realizará durante los meses de Enero a Agosto. Se reforestara con las siguientes especies: pino, ciprés, aliso, casuarina, fresno, eucalipto, encino, entre otras.
- c. Protección: consistirá en el cercado del área a reforestar, que se desarrollará de Enero a Marzo..
- d. Limpia parcial (brechado), de Febrero a Abril
- e. Ejecución de los trazos básicos: curvas a nivel estaquillado, durante los meses de Febrero a Marzo.
- f. Ahoyado, a fines de Febrero al mes de Abril
- f. Se lleva a cabo la plantación durante los meses de Marzo a Agosto es decir, durante cuatro meses.
- g. Realización de los trabajos complementarios, de Julio a Diciembre.
- h. Control de los trabajos de campo-caporalaje durante todo el año.

Desde luego, las diferentes fases del proceso de reforestación comprende múltiples actividades, que en todo caso siguen una secuencia lógica, ya que la tarea siguiente es complementaria a la anterior (12).

7.6.1. DETERMINACIÓN DE CRITERIOS PARA LA REFORESTACION

A. PRIORIDAD UNO

La Prioridad Uno, la constituyen las pendientes de más de 32 % que estén deforestadas en los Cerros Ladino y Calvillo, representando una extensión de 132 hectáreas.

B. PRIORIDAD DOS

La Segunda Prioridad comprenderá las zonas pequeñas de los extremos Este y Oeste de la sub-cuenca con una extensión de 26.33 hectáreas.

7. 6. 2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETAL A EMPLEAR

El material vegetativo a utilizar cumplirá con las exigencias ecológicas que imperan en el sitio de la plantación.

7. 6. 3. DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL TERRENO

Se utilizará una densidad de siembra de 1,111 árboles distribuidos al Tresbolillo a un distanciamiento de 3m x 3m sobre curvas A nivel.

7. 6. 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MATERIAL VEGETAL

La experiencia indica que debe utilizarse un material vegetal cuyas exigencias ecológicas, climáticas y edáficas que coincidan lo más estrechamente posible con las condiciones o factores ambientales que imperan en el sitio de la plantación.

Para la obtención resultados satisfactorios o excelentes se escogerán especies cuyas exigencias bioecológicas coincidan o sean muy similares a las condiciones ambientales de los sitios a reforestar del área. Las especies que se utilizaran serán:

Pinus pseudostrobus, Lindley

Esta especie está estrechamente relacionada con la especie de moctezumae, con la cual produce cruzamiento y los productos de aquella hibridación, producen variedades, muy difíciles de identificar y de agrupar. En algunos casos, no es posible a simple vista resolver su identidad. Los largos y delgados retoños entrenodales, la corteza lisa en los árboles jóvenes, la ramificación y la parte superior de los fustes, la separa de la especie de moctezumae.

Descripción taxonómica: Alcanza una altura máxima de 45 metros de altura, con ramas extendidas y verticiladas, formando copas densas y

redondeadas, en árboles jóvenes los crecimientos anuales (las partes entredonales) son largas, de corteza lisa y de color rojizo claro. La corteza en la vejez es áspera y agrietada. La corteza en la vejez es áspera y agrietada.

Uso: Se utiliza en el aserrín, construcción, carpintería, pulpa y papel, placas de fibra y de astillas.

Reforestación: Buenas propiedades para reforestaciones en gran escala en lugares de elevaciones sobre 1,500 m.s.n con precipitaciones mayores de 800 mm. por año. Hay que tener una gran atención en la recolección de semillas pues tiene muchas variedades y fácilmente la gente le confunde con la oaxacana y con las variedades de esta especie (13).

Pinus tenuifolia Benth

Esta estrechamente relacionado con la especie pseudostrobus. Sin embargo tiene características propias, que debe ser reconocida como especie separada y no una variedad pseudostrobus. Las características mas distintivas, son sus hojas más delgadas, sus conos son diferentes, la corteza del fuste y sus ramas delgadas.

Descripción Taxonómica: Alcanza una altura máxima de 48 metros de altura, con diámetros hasta más de un metro. Corteza en árboles adultos tienen la corteza gruesa surcada longitudinalmente, áspera y tosca. De color café-grisáceo. Ramillas frágiles con largos entrenudos moreno rojizos o amarillentos, lustrosas, las huellas de las brácteas poco marcadas y espaciadas.

Uso: Tiene múltiples usos, tanto en la construcción como en carpintería. Podrá ser interesante para la producción de pulpa.

Reforestación: Por su rápido crecimiento requiere buenos y profundos suelos con precipitación mayor de 900 mm por año, ya que su madera es liviana, blanda de color blanco amarillento (13).

Cupressus lusitánica Miller

Este es un árbol muy hermoso, con buenas características silviculturales de tronco muy cilíndrico.

Descripción taxonómica: Alcanza alturas de 45 metros y diámetros de hasta 2 metro. Según la posición del árbol su copa puede ser desde ancha y redondeada hasta angosta y columna, por lo general en largas tiras. La corteza de color gris-rojizo presenta fisuras longitudinales. Es fibrosa y se puede desprender del tronco en largas tiras.

Uso: Se utiliza mucho en trabajos de carpintería, fabricación de puertas y ventanas, para forrar y construcciones en general. Los árboles de entresaca se utilizan mucho como postes de telégrafo y de luz, así como para postes para cercos. Su corteza es rica en taninos y los indígenas lo usan para teñir lana.

Reforestación: Es una de las más apreciadas especies en las reforestaciones. Por su amplia gama de adaptación a diferentes altitudes, suelos y climas. Es uno de las especies mas utilizadas en reforestaciones. Su prendimiento es bueno. Se recomienda plantarlos en altitudes desde 1,200 m.s.m. hasta 3,300 m.s.m. con precipitaciones de 800 mm. por año. A pesar de su adaptabilidad aún a alturas menores (13).

7. 6. 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS EN EL TERRENO

Considerando la topografía y limpieza del terreno, el sistema a utilizarse en este proyecto es el de espaciado regular en forma triangular; que generalmente son triángulos equiláteros en los que las plantas se colocan en los vértices y las filas forman líneas oblicuas con respecto a la pendiente. A este sistema se le conoce también con el nombre de TRESBOLILLO.

7. 6. 6. RESUMEN

CONTROL Y COMBATE DE MALAS HIERBAS

Durante los primeros años, las plantas no aguantan la competencia presentada por las especies herbáceas y arbustivas, siendo necesario realizar las llamadas limpias o plateos, que no solamente sirven para eliminarlas sino que evitan el riesgo de posibles incendios y reproducción de plagas y enfermedades. Esta operación puede hacerse manual, mecánica o químicamente durante los tres primeros años, realizándose de tres a cuatro veces al año, dependiendo del ritmo de crecimiento o de especie repobladora y de las malas hierbas y de las condiciones ambientales de los sitios.

7. 7 RESULTADOS

En términos genéricos, y aunque podría enumerarse una serie más detallada de beneficios, se considera importante mencionar que con la reforestación que comprende el proyecto, indudablemente se estará enfrentando con decisión, el serio problema nacional que constituye la deforestación y sus nefastas consecuencias, tanto vitales como económicas.

7. 7. 1. INCREMENTO DEL CAUDAL

Actualmente, se ha reducido la cantidad de ganado, debido precisamente a que el pasto natural esta desapareciendo. En los lugares cercanos a San José Pinula del lado Sur y cerca de la represa, están seriamente erosionados los suelos, debido a que se ha sembrado maíz en pendientes superiores al

32%, exceptuando algunas fincas que tienen irrigación por aspersión en las planicies.

Los propietarios de las fincas no se han preocupado por reforestar las áreas con pendiente iguales o mayores que 32 % pues notorio que los índices de tecnología y educación son muy bajos y no hay aprovechamiento inteligente de los recursos forestales ya que en el caminamiento que se realizo se observo que no se han realizado: planes de manejo, raleos, franjas para el combate de incendios forestales, podas, lo que ha incidido en el poco desarrollo de las reforestaciones realizadas por el INSTITUTO NACIONAL FORESTAL (INAFOR) desde 1,977 a la fecha 2,004.

Los datos Dasométricos del rodal oscila entre 30 y 40 centímetros y una altura entre 22 a 25 metros en bosque plantados hace aproximadamente 25 años y esto es producido porque a los propietarios no les interesa la reforestación realizada por el INAFOR en forma gratuita

7. 7. 2. NORMAS GENERALES PARA LA PLANTACIÓN FORESTAL

La topografía del terreno dificulta totalmente el uso de maquinaria para la preparación del suelo, motivo por el que se considera que como única preparación, se procederá en éstas áreas a efectuar una limpieza de arbustos y maleza, previa a la plantación de árboles que incluye trazo y ahoyado. La profundidad del agujero se establecerá de 30 centímetros y un ancho de 20 centímetros

7. 8 CUIDADOS CULTURALES

“Para obtener adecuados resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, suficiente sobrevivencia y óptima producción de plantas, se aplicarán los siguientes trabajos”

7. 8. 1. RIEGOS Y FERTILIZACION

En casos especiales, donde los suelos sean degradados

7. 8. 2. CONTROLES NECESARIOS

Se realizarán mediciones y monitoreos cada año de los parámetros indicadores del crecimiento, DAP y altura así como también un control general sobre la presencia de plagas y enfermedades para evitar que se desarrollen y causen daño a las plantaciones (3 veces por año).

7. 8. 3. PODAS Y CLAREOS

“Se aplicarán cortas intermedias a los árboles, con la finalidad de mejorar las características morfológicas.

Las podas consisten en la eliminación de ramas que mejorarán el aspecto del árbol y de la plantación, permitiendo que se forme madera libre de nudos y, por lo tanto, madera de buena calidad cuando el objetivo es para producción. Se aplicará cuando los árboles hayan alcanzando un diámetro a la altura del pecho (1.30 metros) igual a 10 cm y únicamente a aquellos que presenten mejor desarrollo” (13).

7. 8. 4. PATRON DE DRENAJE

Se analizará que clase de drenaje existe en la cuenca, cuántos existen, que porcentaje es aprovechado, cuántos drenajes son perennes, cuántos son intermitentes, etc. Esto se realizará usando hojas cartográficas a escala 1:50,000, fotografías aéreas a escala 1:30,000 y caminamientos por el área de la Sub-cuenca.

“Se pudo ver que la mayor parte del drenaje de la Sub-cuenca es dendrítico, con excepción de una sección de la parte suroeste de la cuenca que es centrípeto, debido a la elevación del Cerro Ladino.

Cuenta con 5 drenajes perennes (quebrada El Arenal y las Anonas que forman las de San Antonio, Las Pilas y la Manguita), cuatro (4) intermitentes y gran numero de efímeras, lo que indica una gran eyección torrencial y poca permeabilidad.

Al respecto, se estima que escasamente el 20% del agua precipitada, es aprovechada. Con una cubierta forestal adecuada se aprovecharía el 80% del agua precipitada y se controlaría la erosión” (2).

“La divisoria de aguas esta determinada por los cerros Ladino y Clavillo localizados al sur-este y sur-oeste de la sub-cuenca respectivamente, al Sur esta la divisoria de vertientes localizada de 0 a 4%, al igual que las divisiones de aguas de los limites Nor-este y Nor-oeste de la sub-cuenca” (2) (Ver anexo, Mapa 13).

7. 8. 5. SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION

Se determinará que extensión es susceptible a la erosión, se determinará que tipos de erosión de surcos, cárcavas y laminar existen. Esto se realizará utilizando hojas cartográficas a escala 1:50,000, fotografías aéreas a escala 1:30,000 y caminamientos por el área de la sub-cuenca.

En la Sub-cuenca, hay aproximadamente 884 hectáreas de erosión acelerada, especialmente en forma de lechos y cárcavas causadas por la escorrentía, produciendo surcos microscópicos, después visibles y con el tiempo cárcavas.

Hay 884 has. De erosión combinada en surcos y cárcavas y que corresponden al patrón dendrítico de textura fina con pendientes mayores de

16% y sobre todo en las mayores de 32%. Como ocurre en el Cerro Ladino y en los afluentes, todas estas áreas deberían estar perennemente cubiertas con vegetación, decidua o de confiera.

También hay 180 hectáreas las cuales tienen una erosión laminar y surcos en el centro, pero una erosión linear regresiva en su periferia, que las esta desnudando y en las cuales se deben establecer planes de manejo adecuados" (2) (Ver anexo, Mapa 16).

7. 8. 6. PRIORIDADES DE REFORESTACION

Se analizará la información existente, se determinará cuántas hectáreas necesitan reforestación, que extensión está cubierta de bosque. Esto se realizará utilizando hojas cartográficas a escala 1:50,000, fotografías aéreas a escala 1:30,000 y caminamientos por el área de la cuenca. Se definirán cuáles son las áreas de prioridad uno y prioridad dos.

Siguiendo el criterio de uso potencial de la tierra, así como la pendiente, suelos y el régimen de prioridad, para tener una visión más amplia y detallada de las diferentes áreas (Ver anexo, Mapa 17).

Se observó que el agua que es conducida a la presa por las quebradas esta contaminada, ya que en la parte más alta este donde se localiza un lugar llamado el Embudo se instaló un basurero que contiene los desechos (basura, desperdicios de las hortalizas, restos de animales, substancias tóxicas , llantas, verduras, etc.) las cuales van a dar a la presa Santa Marta y no cuentan con una planta recicladora y purificadora para poder enviar a la presa un líquido libre de impurezas.

7. 8. 7. RESULTADOS DE LOS CAMINAMIENTOS EFECTUADOS EN LA SUB- CUENCA DEL RIO TEOCINTE

Es evidente que se han menguado mucho los caudales disponibles, además de incrementar el costo de mantenimiento de la presa ya que se tiene que comprar más químicos por parte de la EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS (EMPAGUA) así como los procesos sanitarios de tratamiento de aguas servidas, para lograr un incremento en los caudales.

Se observó durante el caminamiento que no se han realizado reforestaciones en áreas particulares, únicamente se han reforestado nuevas áreas en reforestaciones realizadas en la Finca Agua Tibia en las cuales se utilizan los Incentivos Forestales autorizados por el INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB) dentro de la Sub-Cuenca.

En los caminamiento realizados el 23 de Marzo, el 27 de Mayo y el 2 de Junio, 17 de Agosto del 2,004 se observó que no había cambios en el uso actual de la tierra, otro de los cambios observados fueron el incremento de nuevas colonias en la periferia del municipio de San José Pinula y en

planicies planas y las aguas negras siempre son conducidas a la presa que pertenece a dicha Sub-Cuenca.

En la Sub-cuenca, las pendientes de 0 a 4% localizadas en: Hacienda Nueva, Hacienda Agua Tibia, Hacienda Palo Blanco.

Las pendientes de 4 a 8% están localizadas en Hacienda Palo blanco, El Paraíso, Hacienda Nueva.

Las pendientes de 8 a 16% Hacienda Nueva, Hacienda Palo Blanco, Hacienda San Francisco, y Hacienda Las Anonas.

Las pendientes de 16 a 32% se localizan en Aldea Las Anonas, y en las faldas del cerro Clavillo y Ladino.

Las pendientes de mas de 32% se localizan dentro los cerros Clavillo y Ladino y a lo largo de las quebradas San Antonio, Las Pilas y la Manguita.

El resto de la cuenca (1,140 hectáreas) es de vocación agrícola y ganadera, pero con manejo ambiental (2).

En los diferentes Caminamientos realizados en las diferentes áreas de la Sub-cuenca se encontraron las siguientes especies :

Especies Forestales

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombre Común</u>
<i>Quercus sp</i>	Encino
<i>Pinus Pseudostrobus</i>	Pino Común, pino triste, pino hembra
<i>Cupressus lusitánica</i>	Ciprés Común
<i>Pinus tenuifolia</i>	Pino Candelillo
<i>Gravilea Robusta</i>	Gravilea
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
<i>Casimiroa edulis</i>	Matasano

7. 8. 8. USO ACTUAL DE LA TIERRA

Las condiciones de los diferentes usos de la tierra de la cuenca son los siguientes:

Clase de Tierra B	0.24 km ²
Clase de Tierra C	6.48 km ²
Clase de Tierra D	1.04 km ²
Clase de Tierra E	2.56 km ²
Clase de Tierra F	5.48 km ²
Clase de Tierra G	1.16 km ²
Urbano	0.48 km ²

En este contexto, uso potencial indica hasta que nivel se puede realizar un uso según la capacidad del suelo, con el nivel de tecnología actual (13).

El uso y tenencia de la tierra en la Sub-cuenca esta distribuido como sigue:

En la parte sur-oeste y al pie del cerro Ladino la tenencia de la tierra esta establecida por un minifundio, que colinda con las áreas aledañas a San José Pinula y de la Aldea Las Anonas. Este cerro forma al oeste, la parte más alta de la Sub-cuenca, tiene áreas con pendientes superiores a 16% y cubiertas con pasto natural que no alcanza ni 2 cm.

De alto debido a que la productividad de los suelos se ha perdido, sin embargo se usa intensamente el sobre pastoreo.

“En el resto de la Sub-cuenca la tenencia de la tierra esta establecida por latifundios, en los que las pendientes menores de 16% son dedicadas a los cultivos anuales y las pendientes mayores de 16% para pastoreo, lo que ha afectado los afluentes a la presa que están severamente deteriorados” (2).

El Proyecto de Reforestación ubicado en la Manguita (Hacienda Agua Tibia) se reforestaron 90 hectáreas en el período de 1,979 – 1,980 con la especie Cupresus Lusitánica, utilizando el Programa de los Incentivos Fiscales para reforestación. Ley Forestal, decreto No.58-74 del Congreso de la República de Guatemala, Artículo 41 .

En la reforestación en la Quebrada La Manguita (Hacienda Agua Tibia) también se utilizaron los Incentivos Forestales plantado por medio del Instituto Nacional de Bosques (INAB) con la Especie Cupresus Lusitánica (ciprés) y se han reforestado 255 hectáreas de la siguiente forma :

1,999	-	50 Hectáreas
2,000	-	30 Hectáreas
2,001	-	40 Hectáreas
2,002	-	30 Hectáreas
2,002	-	20 Hectáreas
2,003	-	40 Hectáreas
2,004	-	45. Hectáreas
TOTAL		255 Hectáreas

Fuente : Programa de Incentivos Forestales – PINFOR -
Instituto Nacional Forestal -INAB – 2,004 (12)

El área de la Sub-cuenca tiene una extensión de 1,744 Hectáreas = 17.44 Km² y la cobertura forestal es de 529.02 Hectáreas (Ver anexo, Mapa 8).

7.9 CONCLUSIONES

- A) Se determinó cuales son las áreas prioritarias que necesitan ser reforestadas. Se definió con Prioridad Uno las pendientes mayores de 32 % que estén deforestadas en los Cerros Ladino y Calvillo que representan una extensión de 132 hectáreas y con Prioridad Dos localizadas en zonas pequeñas de los extremos Este y Oeste con pendientes menores de 32 % con una extensión de 26.33 hectáreas. En total se necesitan reforestar 158.33 hectáreas en la Sub-cuenca del Río Teocinte.
- B) El Potencial de abastecimiento de las plantaciones inicia a los 4 años, las 529.2 hectáreas reforestadas producirían 240 metros cúbicos de Madera que equivale al 80% dando un total de 126,964.8 metros cúbicos de Madera; el 20% produciría 60 metros cúbicos de Leña dando un total de 31,741.2 metros cúbicos de Leña; dando un gran total de 158,706 metros de MADERA/ LEÑA. Según información de la Región Metropolitana del INAB – Instituto Nacional de Bosques existen 14 Industrias Forestales en el Municipio de San José Pinula (17).
- C) RELIEVE LOCAL A NIVEL DE DETALLE
El análisis del paisaje a mayor detalle en el campo se determinó que el relieve local lo constituyen: VALLES Y COLINAS CON VERTIENTES IRREGULARES.
- D) Las principales Fuentes de contaminación registradas son : 1) Las aguas negras de las diferentes Colonias y el Municipio de San José Pinula; 2) Las aguas negras y residuos del Rastro Municipal de ganado vacuno, bovino, porcino, etc.; 3) Las aguas negras y residuos de las granjas avícolas (desperdicios, heces, sangre, cebo, etc) 4) Las aguas contaminadas y los desechos de la Fábrica de Jugos El Sol; 5) Las aguas negras , orines, estiércol, producida por el Ganado Vacuno de la Finca Agua Tibia . 6) El Basurero Municipal que se localiza en el lugar llamado El Embudo se encuentra dentro de la Sub-cuenca (conteniendo desperdicios, basura, envases con residuos químicos, restos de hortalizas, animales muertos, etc.) Todas estas aguas contaminadas son dirigidas a la Presa del Río Teocinte para ser conducidas a los Tanques de Acatán y luego distribuida a los habitantes de las zonas 1, 5, 6, y 16 de la Ciudad Capital.

7.10 RECOMENDACIONES

Se deberá convocar a las Comunidades, Propietarios, Reforestadoras, Municipalidad, etc. para dar a conocer los resultados de este estudio y lograr implementar la propuesta de manejo de la Sub-cuenca.

A. REFORESTACION

Existen 158.33 hectáreas que necesitan reforestación en la Sub-cuenca del Río Teocinte, ya que únicamente 369.67 hectáreas están cubiertas de bosque. La diferencia, que equivale a 924 hectáreas contienen cultivos agrícolas y pastos que necesitan manejo sostenible.

Los suelos que conforman la sub-cuenca, deben ser cuidadosamente manejados, pues donde la topografía es escarpada el uso tendrá que ser de protección propiamente.

Se recomienda realizar el Proyecto de Reforestación y Protección por ser viable y económico, delimitando las diferentes áreas que se necesitan ser reforestadas. Es necesario realizar un Plan de Mantenimiento, combate de Incendios Forestales, Control de Plagas y Enfermedades, Vigilancia, y otros.

Así mismo. Debe contemplarse la posibilidad de plantar Especies Frutales como :

<u>Nombre Científico</u>	<u>Nombre Común</u>
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Prunus pérsica</i>	Durazno
<i>Mallus communis</i>	Manzana
<i>Pirus comunis</i>	Pera
<i>Prunus salinica</i>	Ciruela
<i>Eriobotrya japónica</i>	Níspero

B. COSTOS

Conviene indicar que los costos del Proyecto de Reforestación Teocinte, fueron calculados en base a los requerimientos estrictamente necesarios, buscando en todo momento la minimización de los mismos, y pretendiendo que al estar en marcha el proyecto, se hiciera un aprovechamiento óptimo del recurso disponible. Es decir, que se ha aplicado el principio de racionalidad económica, a efecto de evitar el desperdicio de factores.

C. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

Los beneficios que se derivarán de la ejecución del Proyecto de Reforestación "Teocinte I", no se pueden expresar en términos económicos (relación beneficio-costos y tasa de rentabilidad interna), ya que no existe recuperación de la inversión a efectuar. Empero, es factible mencionar que se obtendrán considerables beneficios de carácter ambiental y que se podrá cuantificar en el futuro.

A. Beneficios Directos

- a. La cuenca objeto de estudio, mediante el establecimiento de una situación de equilibrio en el sistema agua-suelo-vegetación, por medio de la reforestación, que permita desde luego, la optimización de los recursos disponibles.
- b. Se garantizará a la Ciudad de Guatemala, el suministro del recurso hídrico que requiere de la presa "El Teocinte", en mejores condiciones de salubridad. Al respecto, debe señalarse que más de 900,000 personas consumen el agua potable que proviene de dicha fuente.
- c. Se reducirá el actual proceso de deterioro de los suelos y la cubierta vegetal, restaurando su nivel de productividad y restableciendo el equilibrio de los ecosistemas, para contribuir obviamente al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona y de los beneficiados que se indican en el punto anterior.
- d. En virtud de las especies a plantar, se crearan las condiciones favorables para la producción de semillas de altas calidades que permitirán la obtención de mejoras cuantitativas y cualitativas en los bosques de la región.

B. Beneficios Indirectos

- a. Generación de empleo, dado que la cantidad de mano de obra a emplear es considerable; con lo cual se estará contribuyendo a reducir los niveles de desempleo y subempleo de la región, sin olvidar los efectos multiplicadores sobre el ingreso y economía en general de la localidad.
- b. Minimización en los costos de tratamiento de las aguas de la presa, incremento en el caudal de las diferentes fuentes y, ante todo, mejoramiento en la calidad del vital líquido.
- c. Rehabilitación y Protección de la vida Silvestre.

7.11 COSTOS

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

CIFRAS PROMEDIO PARA PLANTACIONES DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS

ÁREA BASE: 1 ha

DISTANCIAMIENTO

BASE: 2.5 X 2.5 m.

Cuadro 4 ANALISIS DE COSTOS PARA EL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES

				AÑOS					
RUBROS		Q.			1	2	3	4	5
ACTIVIDADES	UNIDAD	PRE (Q)	No.	ESTABLECIMIENTO	MANTENIMIENTO				
I. COSTOS VARIARIS									
1.HABILITACION ÁREA									
1.1 Chapeo general	jornal	26.02	23	598.46					
1.2 Medición y trazo	jornal	26.02	1	26.02					
1.3 Ahoyado	jornal	26.02	8	208.16					
2.PLANTANCION									
2.1 Carga y descarga de planta	jornal	26.02	4	104.08					
2.2 Distribución	jornal	26.02	3	78.06					
2.3 Plantación	jornal	26.02	8	208.16					
2.4 Replante	jornal	26.02	1	26.02					
3 CUIDADOS CULTURALES									
3.1 Primera limpia	jornal	26.02	10	260.2	260.2	260.2	260.2		
3.2 Segunda limpia	jornal	26.02	10		260.2	260.2	260.2		
3.3 Plateo	jornal	26.02	8	208.16	208.16	208.16			
3.4 Deshierbas /control	jornal	26.02	8	208.16	208.16				
4. SILVICULTURA									
4.1 Raieos	jornal	26.02	8					208.16	
4.2 Poda árboles	jornal	26.02	8					208.16	
5. PROTECCION FORESTAL									
5.1 Rondas cortafuegos	jornal	26.02	4	104.08	104.08	104.08	104.08	104.08	104.08
5.2 Control de plagas y enfermedades	jornal	26.02	1	26.02	26.02	26.02			
6. INSUMOS									
6.1 Plantas	unidad	0.55	1650	907.5					
6.2 Insecticida	Kg. o lb.	50.00	1	50.00	50.00	50.00			
6.3 Fungicidas	Kg. o lb.	50.00	1	50.00	50.00	50.00			
7. OTROS									
7.1Transporte de Plantas	tasa	100.00	1	100.00					
7.2 Transporte de materiales	tasa	100.00	1	100.00					
II. COSTOS FIJOS									
1.PERSONAL									
1.1.Servicios Técnicos	mes /hombre	3,000	0.15	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
2.ADMINISTRACION (9%)				334.17	145.51	126.77	76.7	87.33	49.86
3.INTERESES CAPITAL (20%)				809.45	352.46	307.08	234.23	211.54	120.78
TOTAL				4,856.70	2,114.73	1,842.51	1,405.41	1,269.27	724.72
REDONDEADO A BONIFICAR				5,000.00	2,100.00	1,800.00	1,400.00	1,200.00	800.00

(1) INAB

Fuente: PAFG/PLV-GTZ

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Andreas, P; Espinosa, H. s.f. Sistemas agroforestales para el manejo de cuenca en zonas andinas semiáridas. *Agroforestería en las Américas* 5(4):16-19. Consultado 16 nov. 2004. Disponible en <http://webbeta.CATIE.ac/bancoconocimiento/T/Temas/CuencaInfgeneralEnfoque>.
2. Cardona Duran, MR. 1977. Evaluación de ecosistemas. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC. p. 4, 8, 9, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 y 53.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas. p. 18-20, 42.
4. Fión Morales, JA. 1993. Caracterización y propuesta de plan de manejo de la cuenca del río Las Escobas, Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 6, 7, 8, 9, 10, 11.
5. Girón Girón, EA. 1985. Memorias descriptivas del mapa formas de la tierra. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 12, 26, 66, 70.
6. Granados Rodríguez, EO. 1983. Diagnostico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcaya. Tesis Ig. Agr. Guatemala, USAC. p. 5.
7. Gutierrez Ramírez, HR. Crecimiento urbano y su efecto sobre el uso del suelo y el área boscosa en la subcuenca del río Villalobos, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 3.
8. Hidalgo Aguilar, MA. 1983. Propuesta de manejo de las áreas críticas de la cuenca laguna del pino, Barberena, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 9, 10.
9. Holdridge, JR. 1978. Ecología basada en las zonas de vida. Trad. H. Jiménez S. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala. s.p.
11. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); PINFOR (Plan de Incentivos Forestales, GT). 1985. Análisis de costos para el establecimiento y mantenimiento de plantaciones comerciales: cifras promedios para plantaciones de coníferas y latifoliadas. Guatemala. 1 p.
12. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1976. Programa quinquenal de reforestación: proyecto de reforestación Teocinte I. Guatemala. p. vi-a, 13, 14, 15, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 43, 44, 45.
13. _____. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala. p. 29, 113, 114, 149 y 150. (Documento de trabajo no. 17).

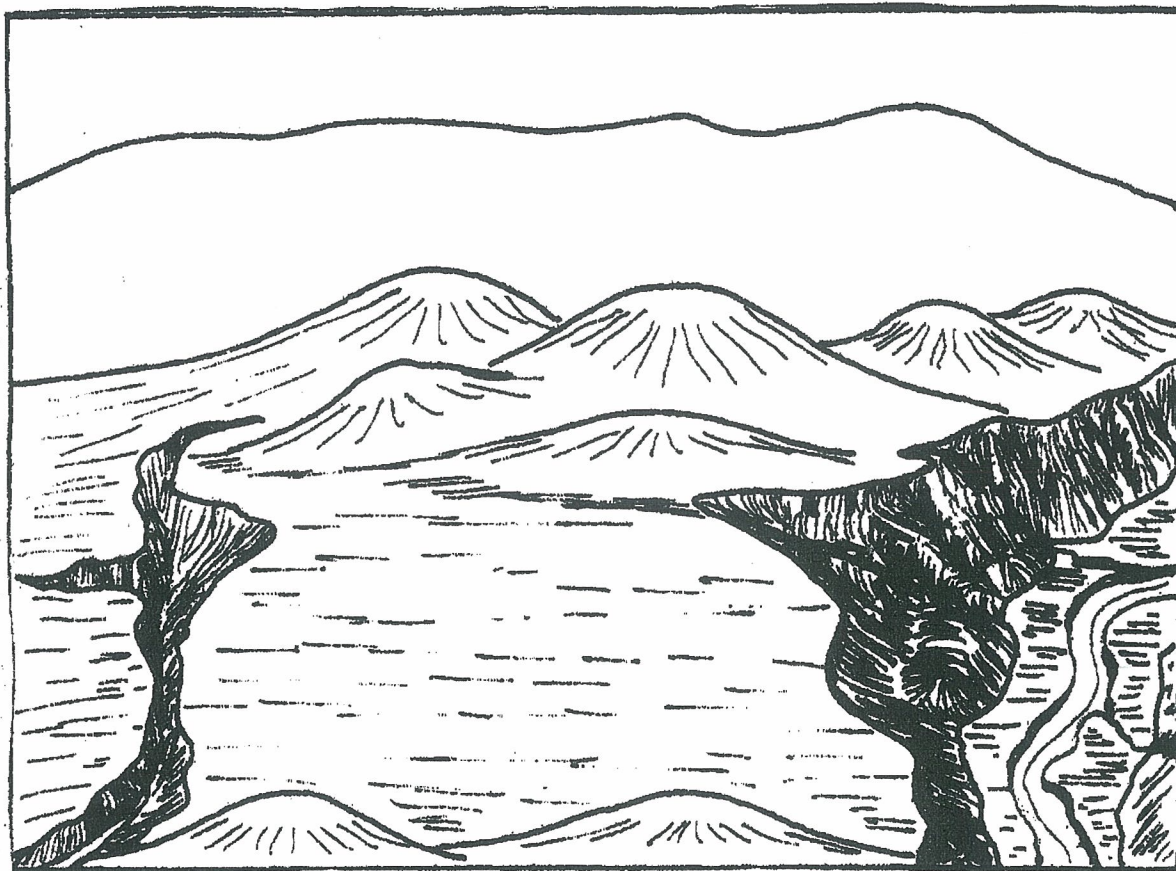
14. _____. 1978. Complemento del programa quinquenal de reforestación: proyecto de reforestación Teocinte I. Guatemala. p. 2.
15. _____. 1985. Ecología: basado en los trabajos de gabinete de Roberto Sagastume Lavagnino. Guatemala. 60 p.
16. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1978. Datos meteorológicos de la estación central en Guatemala. Guatemala. s.p.
17. PINFOR (Programa de Incentivos Forestales, GT). 2004. Datos de campo del programa PINFOR. Guatemala. 1 p.
18. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

IX. ANEXOS (FIGURAS)

- 1.- Mapa del paisaje de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
- 2.- Mapa Base del Departamento de Guatemala
- 3.- Mapa de la República de Guatemala (Departamento de Guatemala)
- 4.- Mapa del Departamento de Guatemala (Localización de la Sub-Cuenca Del Río Teocinte en el Municipio de San José Pinula .)
- 5.- Mapa de la Sub Cuenca del Río Teocinte
- 6.- Mapa de Áreas reforestadas por el Instituto Nacional Forestal - INAFOR - adentro de la Sub-Cuenca del Río Teocinte (su localización)
- 7.- Mapa de las áreas Reforestadas Adentro y Afuera de la Sub- Cuenca del Río Teocinte y su localización.
- 8.- Mapa de Uso Actual de la Tierra y la Reforestación
- 9.- Mapa del Uso Actual de la Tierra
- 10.- Mapa del Uso Forestal de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
- 11.- Mapa Fisiográfico de la Sub-Cuenca del Río Teocinte
- 12.- Mapa de Pendientes
- 13.- Mapa de Drenajes y escorrentías
- 14.- Mapa de Uso Potencial
- 15.- Mapa de Curvas de Nivel
- 16.- Mapa de susceptibilidad a la Erosión
- 17.- Mapa de Prioridades de Reforestación



**FIGURA 1. MAPA DEL PAISAJE DE LA SUB-CUENCA DEL RIO
TEOCINTE**

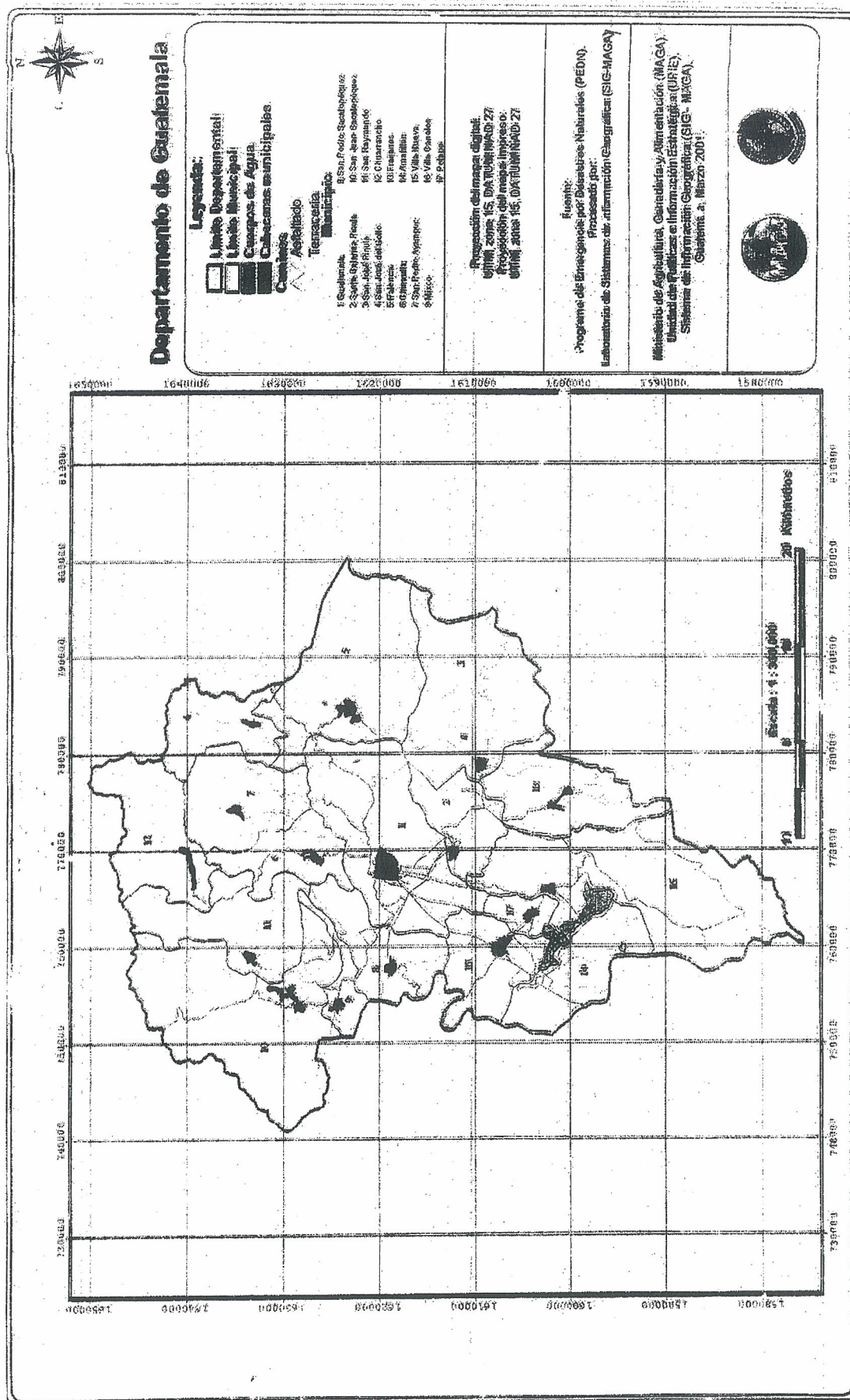
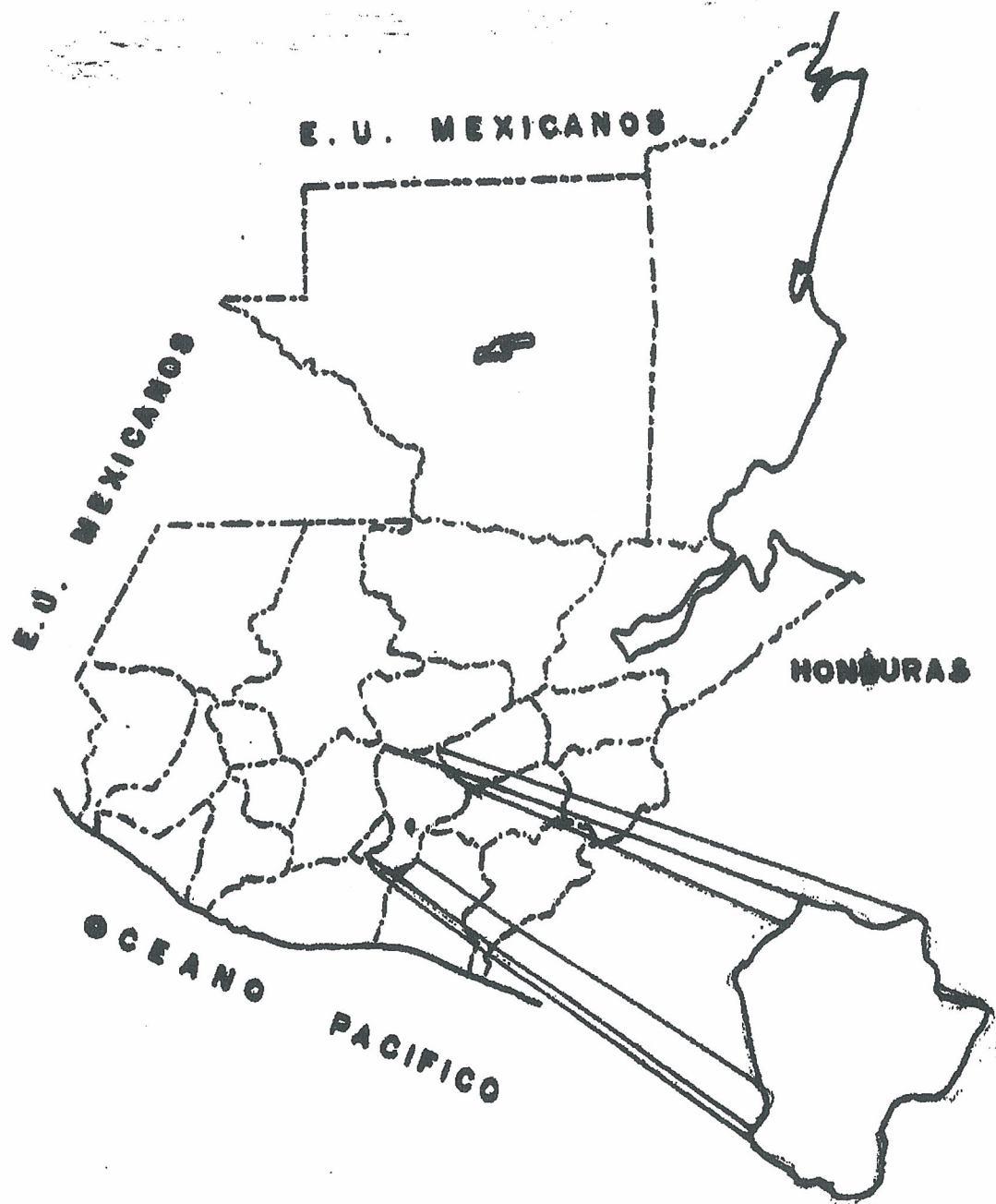


FIGURA 2. MAPA BASE DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



**FIGURA 3. MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA
(DEPARTAMENTO DE GUATEMALA)**

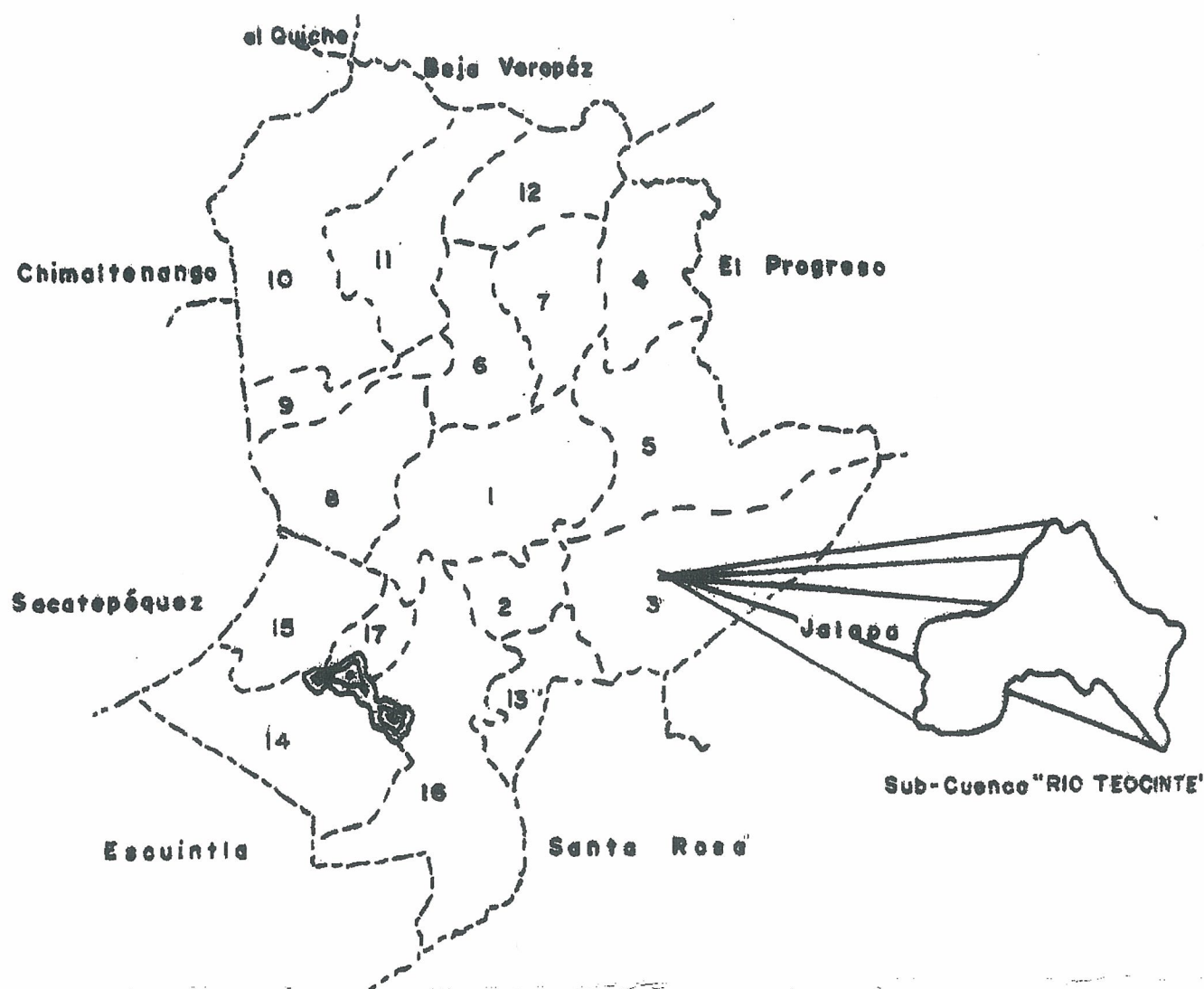


FIGURA 4. MAPA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA Y SUS MUNICIPIOS (LOCALIZACIÓN DE LA SUB-CUENCA DEL RIO TEOCINTE EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA)

REFERENCIAS

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1.- Guatemala | 10.- San Juan Sacatepéquez |
| 2.- Santa Catarina Pinula | 11.- San Raymundo |
| 3.- <u>San José Pinula</u> | 12.- Cuarrancho |
| 4.- San José del Golfo | 13.- Frajanes |
| 5.- Palencia | 14.- Amatitlán |
| 6.- Chimaltán | 15.- Villa Nueva |
| 7.- San Pedro Ayampuc | 16.- Villa Canales |
| 8.- Mixco | 17.- San Miguel Petapa |
| 9.- San Pedro Sacatepéquez | |

CRONOLOGÍA DE LAS AREAS REFORESTADAS POR EL INSTITUTO NACIONAL
FORESTAL - INAFOR - Y LAS DIFERENTES ESPECIES
ADENTRO Y AFUERA DE LA SUB-CUENCA

Inicio de Actividades : lro. De Abril de 1,977

1.- Vivero Forestal (1,979) del Proyecto de Reforestacion TEOCINTE .

Vivero con una capacidad de producción de 400,000 plantas. Plantas producidas en 1,980
= 300.070

2.- San Rafael Saravia I = Ciprés, Pino y Aliso.

3.- San Francisco I, II y III = Ciprés, Pino, Aliso y Casuarina

4.- Arrivillaga I (LOS CHORROS) = Ciprés y Pino.

5.- Castellanos = Ciprés

6.- El Paraíso = Ciprés

7.- Lainfiesta = Ciprés y Pino

8.- La Laguna = Ciprés, Fresno y Casuarina

9.- San Miguel = Ciprés

10.- La fábrica = Ciprés, Casuarina, Fresno y Pino

11.- Cienaguilla = Pino, Ciprés, Eucalipto y Encino

12.- Palo Blanco (HACIENDA NUEVA) = Ciprés, Pino, Casuarina y Fresno

13.- Ciénaga Grande I, II y III = Pino, Ciprés y Fresno

14.- San Rafael Saravia II = Ciprés

15.- La Manguita (AGUA TIBIA) = Pino y Ciprés

- 16.- La Ciudad de los Niños = Pino y Ciprés
- 17.- Montecristo I = Ciprés, Pino y Eucalipto (1a. Fase)
- 18.- Los Cerritos = Pino y ciprés
- 19.- Panimaché = Pino y Ciprés
- 20.- Melgar = Pino, Ciprés y casuarina
- 21.- Reyes = Pino, Ciprés y casuarina
- 22.- Torres = Ciprés
- 23.- (Mayo 1,981) Montecristo I = Pino y Ciprés (2da, Fase)
- 24.- (Junio 1,981) Montecristo II = Trueno, Pino y Ciprés
- 25.- (Julio 1,981) Los Achiotes = Pino y Ciprés
- 26.- (Agosto 1,981) La Enrramada = Pino y Ciprés
- 27.- (Septiembre 1,981) La Granjita = Pino y Ciprés
- 28.- (Septiembre 1,981) El Clavillo = Ciprés y Pino
- 29.- (Octubre 1,981) El Durazno = Pino

NOTA : Algunas reforestaciones se realizaron afuera de la Sub-Cuenca debido a intereses

Particulares y también se reforestó especies dependiendo de la existencia de plan-

Tas tanto en el vivero Central como en el Vivero del Proyecto.

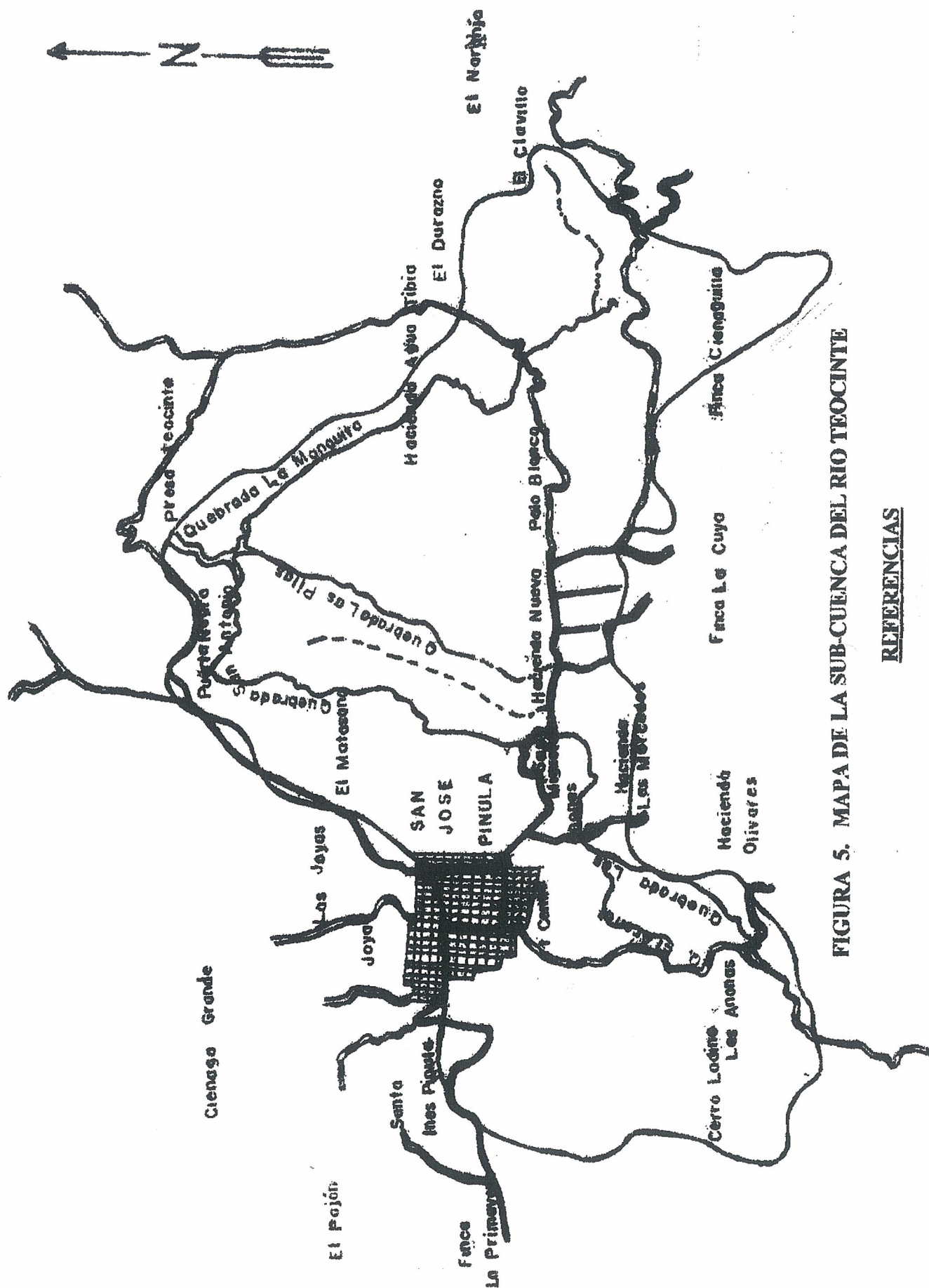


FIGURA 5. MAPA DE LA SUB-CUENCA DEL RIO TEOCINTE

REFERENCIAS

1 0 1 2 3 Kms.
Escala 1:50,000

LOS NÚMEROS QUE SE ENCUENTRAN EN EL MAPA, SON LOS QUE CORRESPONDEN A LA SIGUIENTE LISTA :

LUGAR	PROPIETARIOS	EXTENSIÓN P/ Mz.
1.- Castellanos	José Castellanos	4.36
2.- San Francisco	Luis Valdéz	31.33
3.- Arrivillaga I (Los Chorros)	Señor Arzú	11.20
4.- Arrivillaga II	Luis Arrivillaga	8.60
5.- El Paraíso	Ralp P. Fairchath	1.75
6.- Reyes	Silvino Reyes	6.40
7.- La Fabrica	Juan José arroyave Juán Fermín Valladares	71.77
8.- San Miguel	Juan José Arroyave	7.21
9.- La Manguita (Agua Tibia)	Eduardo Castillo	20.86
10.- Cienaguilla	Carlos Turton	121.31
11.- La Enrramada	Juan Fermin Valladares	40.00
12.- El Clavillo	Juan Fermin Valladares	7.70
13.- Palo Blanco	Juan Fermin Valladares	26.60
14.- Melgar	Armando Melgar	4.69
15.- Panimaché	Sergio Mazariegos	5.25
16.- Torres	Sergio Torres	0.70
TOTAL		369.67

NOTA : Estas áreas fueron reforestadas por el INSTITUTO NACIONAL FORESTAL (INAFOR) de 1,977 a 1,983 Adentro de la Sub-Cuenca – 369.67 Hectareas.

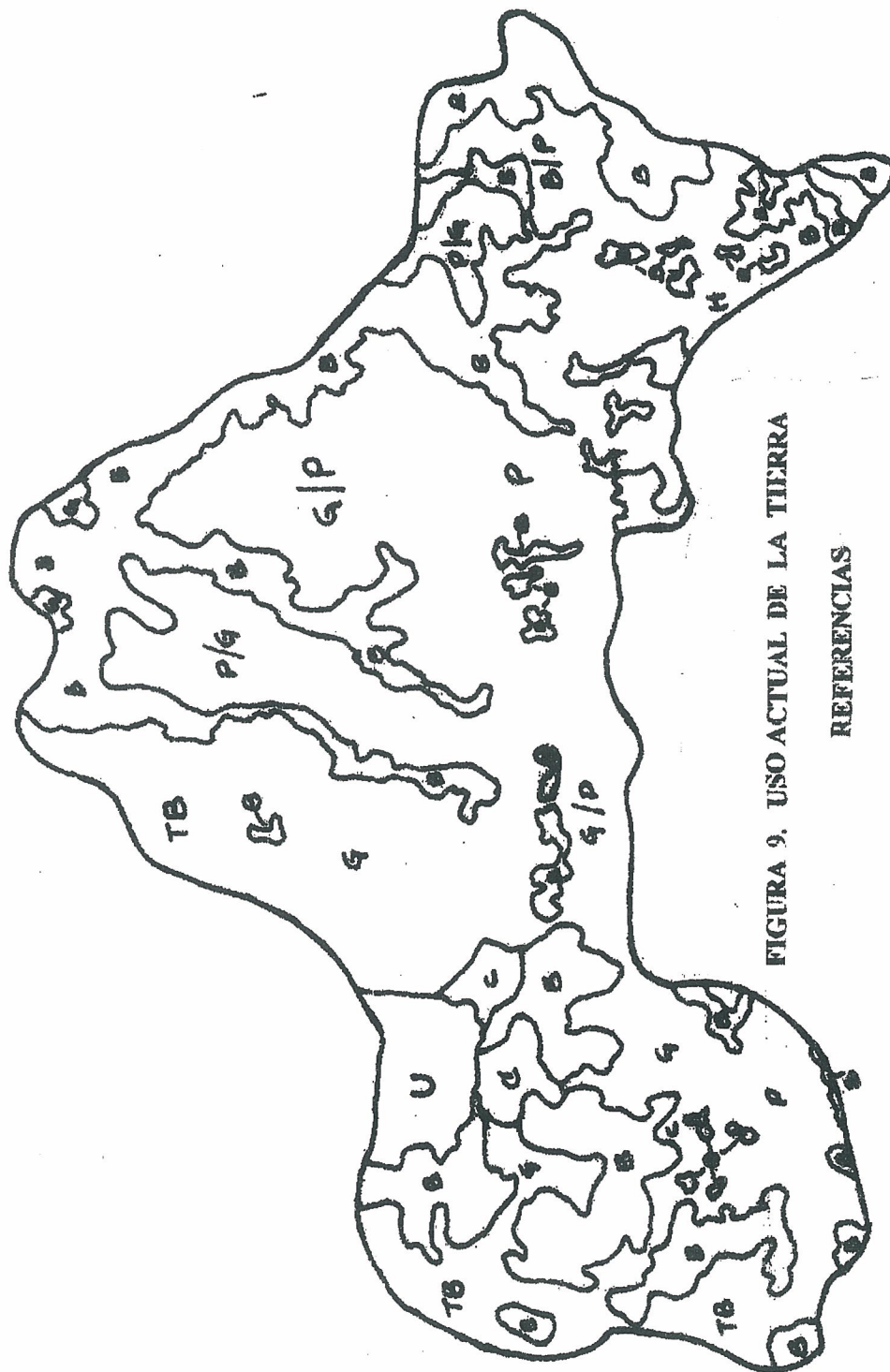


FIGURA 9. USO ACTUAL DE LA TIERRA

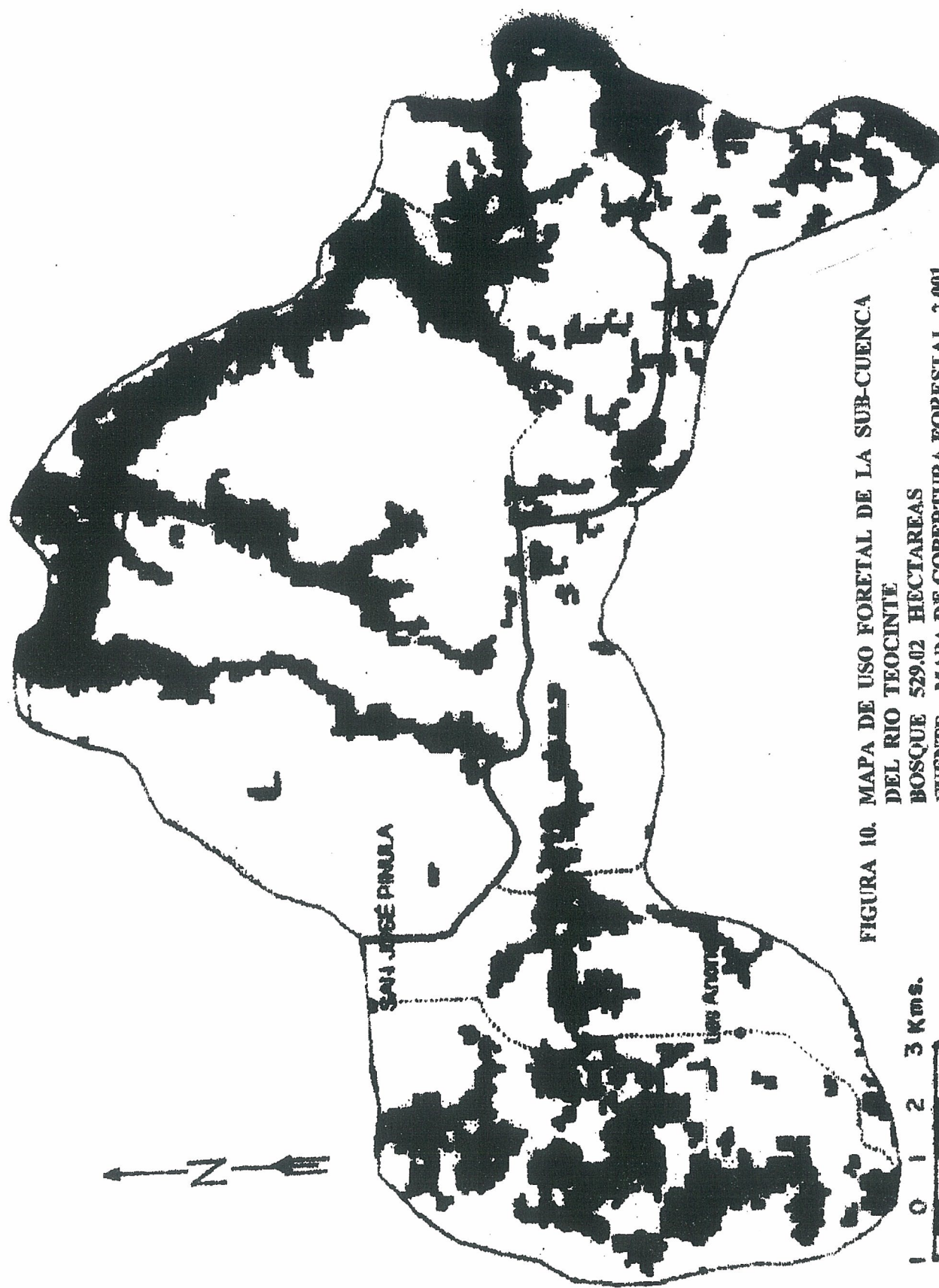
REFERENCIAS

URBANO	U
BOSQUE	B
PASTO	P
TERRENO BALDIO	T
GRAMÍNEAS	G
HORTALIZAS	H
COLONIAS	C

1 0 1 2 3 Kms.



Escala 1:50,000



**FIGURA 10. MAPA DE USO FORETAL DE LA SUB-CUENCA
DEL RIO TEOCINTE**
BOSQUE 529.02 HECTAREAS
FUENTE : MAPA DE COBERTURA FORESTAL 2,001
INAB, CONAP, UVG, MAGA. PAFG.

1 0 1 2 3 Kms.



Escala 1:50,000



FIGURA 11. MAPA FISIOGRAFICO DE LA SUB-CUENCA DEL RIO TEOCINTE

REFERENCIAS

V	VALLE
C	COLINAS
VI	VERTIENTES IRREGULARES

1 0 1 2 3 Kms.



Escala 1:50,000

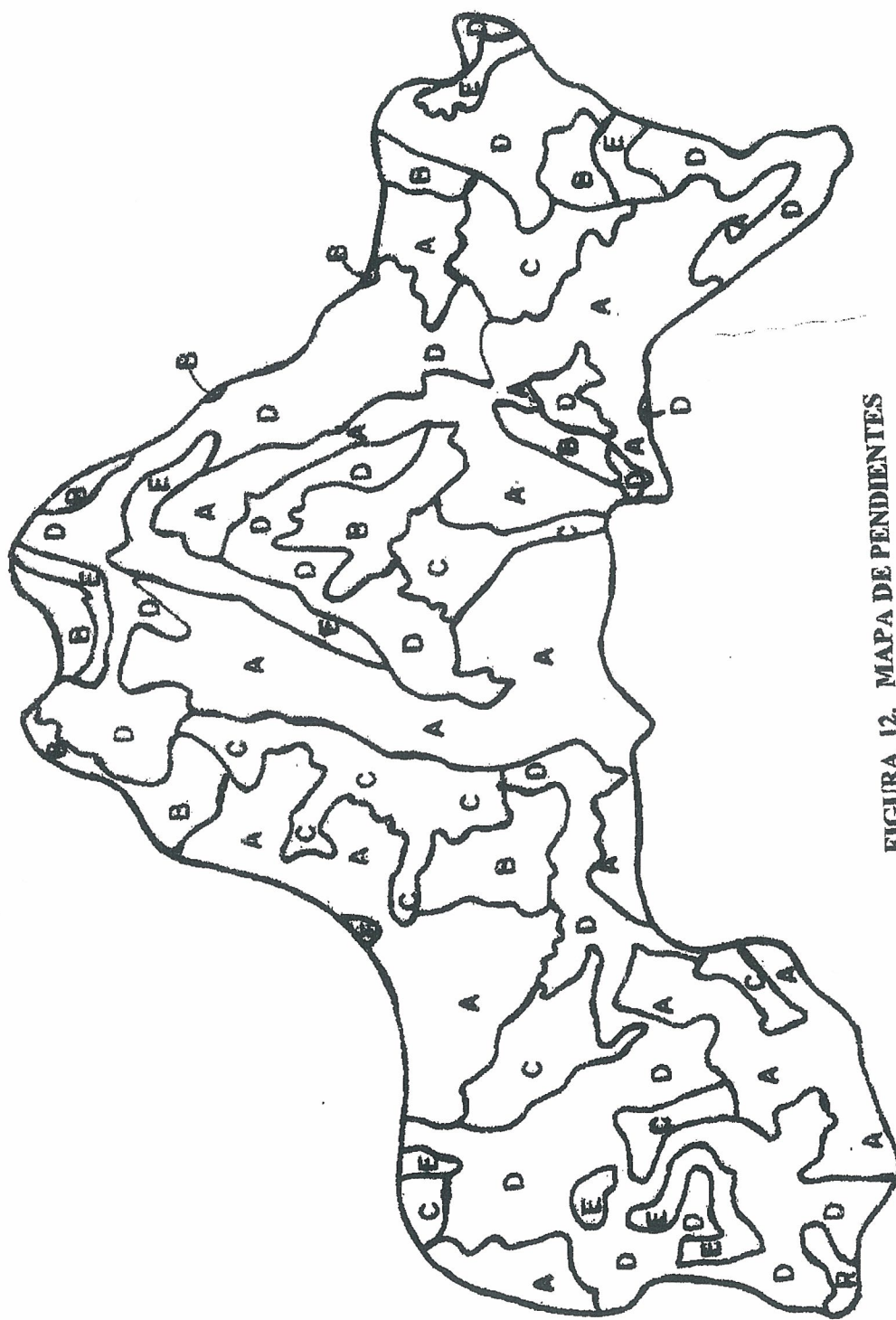


FIGURA 12. MAPA DE PENDIENTES

REFERENCIAS

0	-	4	=	A
4	-	8	=	B
8	-	16	=	C
16	-	32	=	D
32	-	-	=	E

1 0 1 2 3 Kms.



Escala 1:50,000

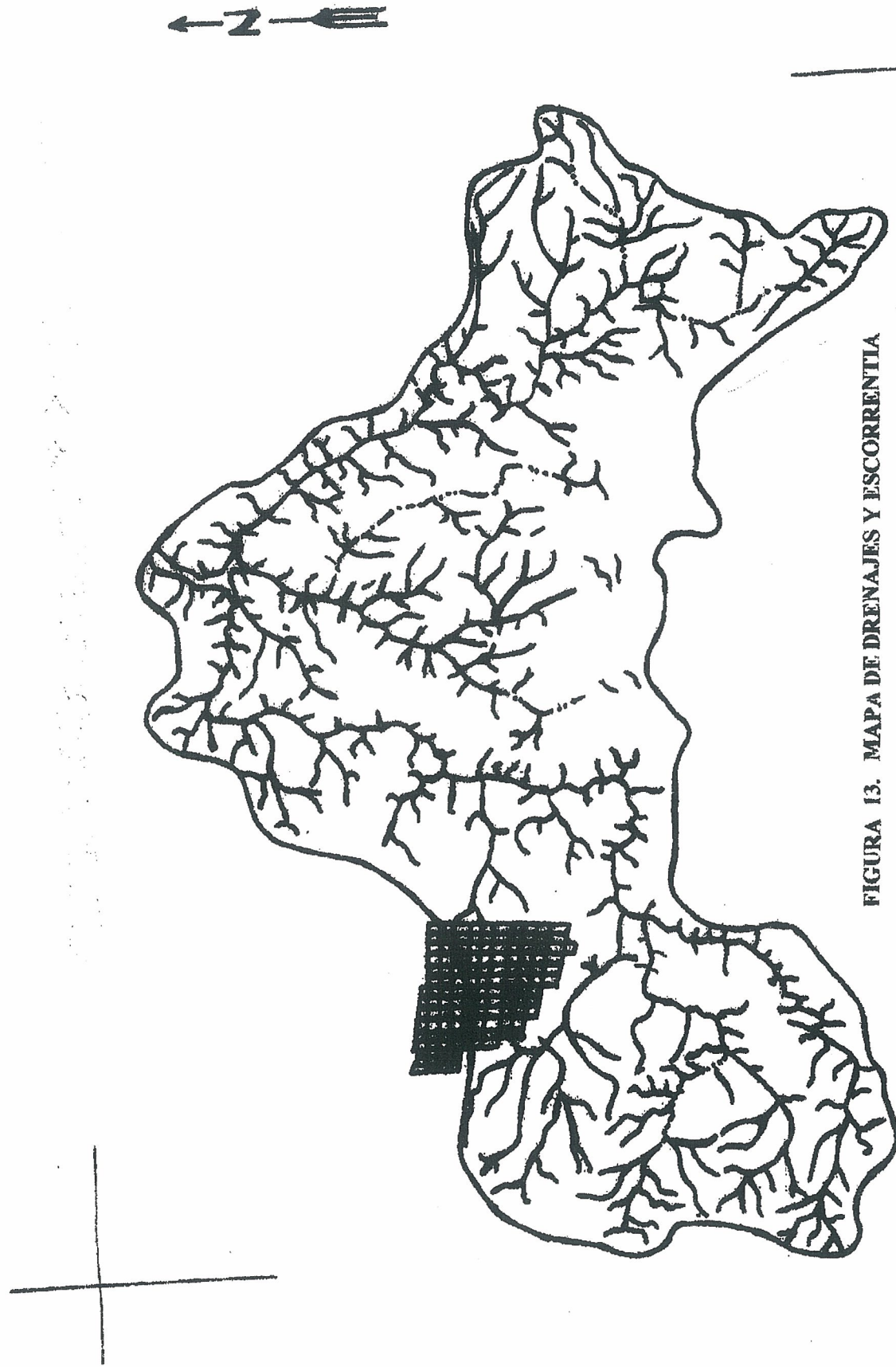


FIGURA 13. MAPA DE DRENAJES Y ESCORRENTIA

REFERENCIAS

- ÁREA URBANA 
- CORRIENTES PERENNES 
- CORRIENTES INTERMITENTES 
- CORRIENTES EFÍMERAS 

0 1 2 3 Kms.
Escala 1:50,000

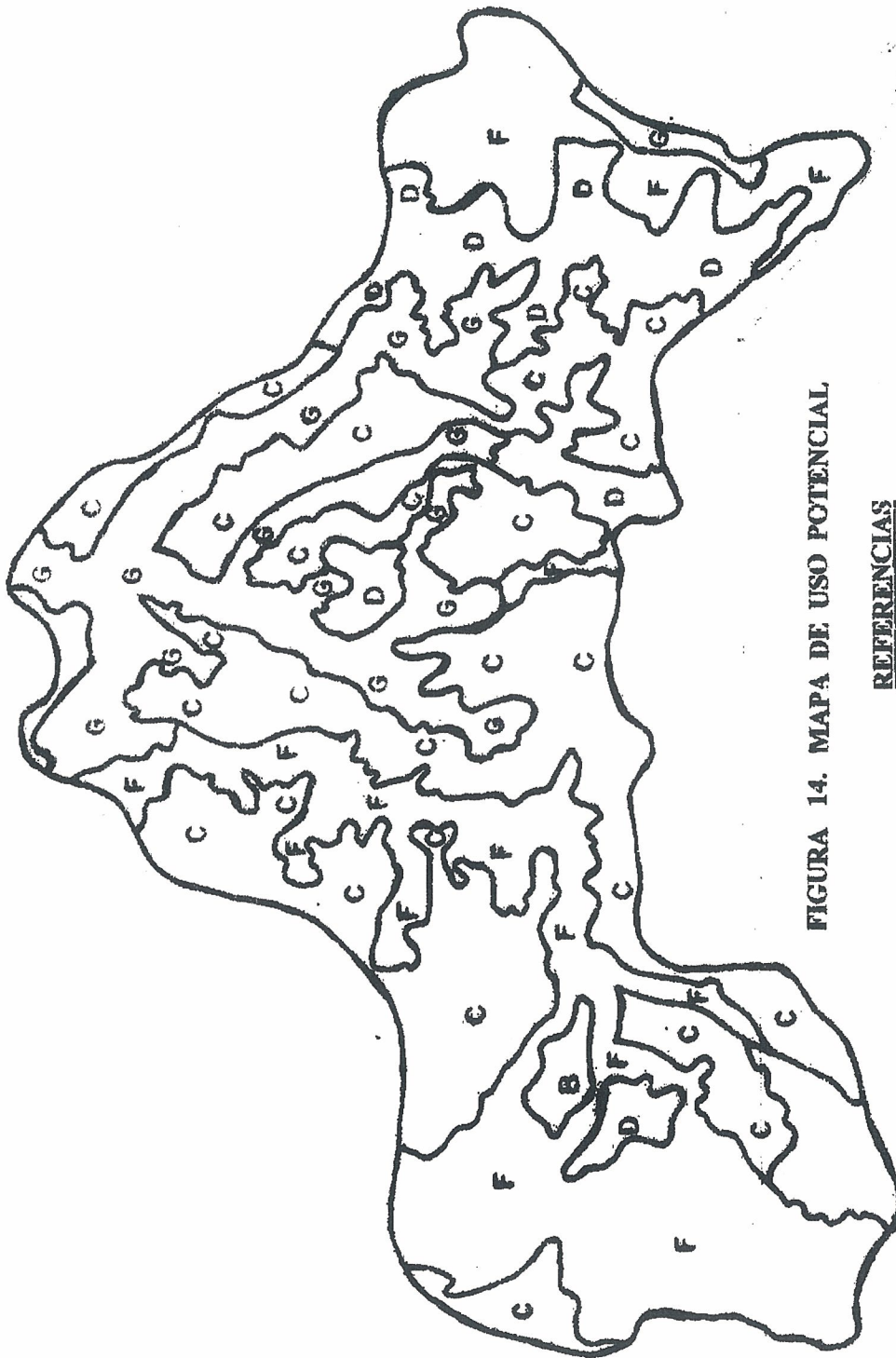


FIGURA 14. MAPA DE USO POTENCIAL

REFERENCIAS

- B = SUELO PROFUNDO (50 cms.)
 Textura franco arcilloso arenoso
- C = SUELOS MODERADAMENTE PROFUNDO (25 a 50 cms.)
 Textura medianamente fina
- D = SUELOS MEDIANAMENTE PROFUNDO (25 a 50 cms.)
 Textura muy fina a fina
- F = SUELO MUY POCO PROFUNDO (menos de 25 cms.)
 Textura muy fina a gruesa, fragmentos gruesos
- G = SUELOS MUY POCO PROFUNDOS (menos de 25 cms.)
 Textura gruesa, fragmentos redondos

0 1 2 3 Kms.



Escala 1 50,000



FIGURA 15. MAPA DE CURVAS DE NIVEL



↑ N →



0 1 2 3 Kms. FIGURA 16. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION

Escala 1:50,000

REFERENCIAS

- | | | |
|---|---|-----------------|
| A | = | LAMINAR |
| R | = | LAMINAR SURCOS |
| B | = | SURCOS CARCAVAS |

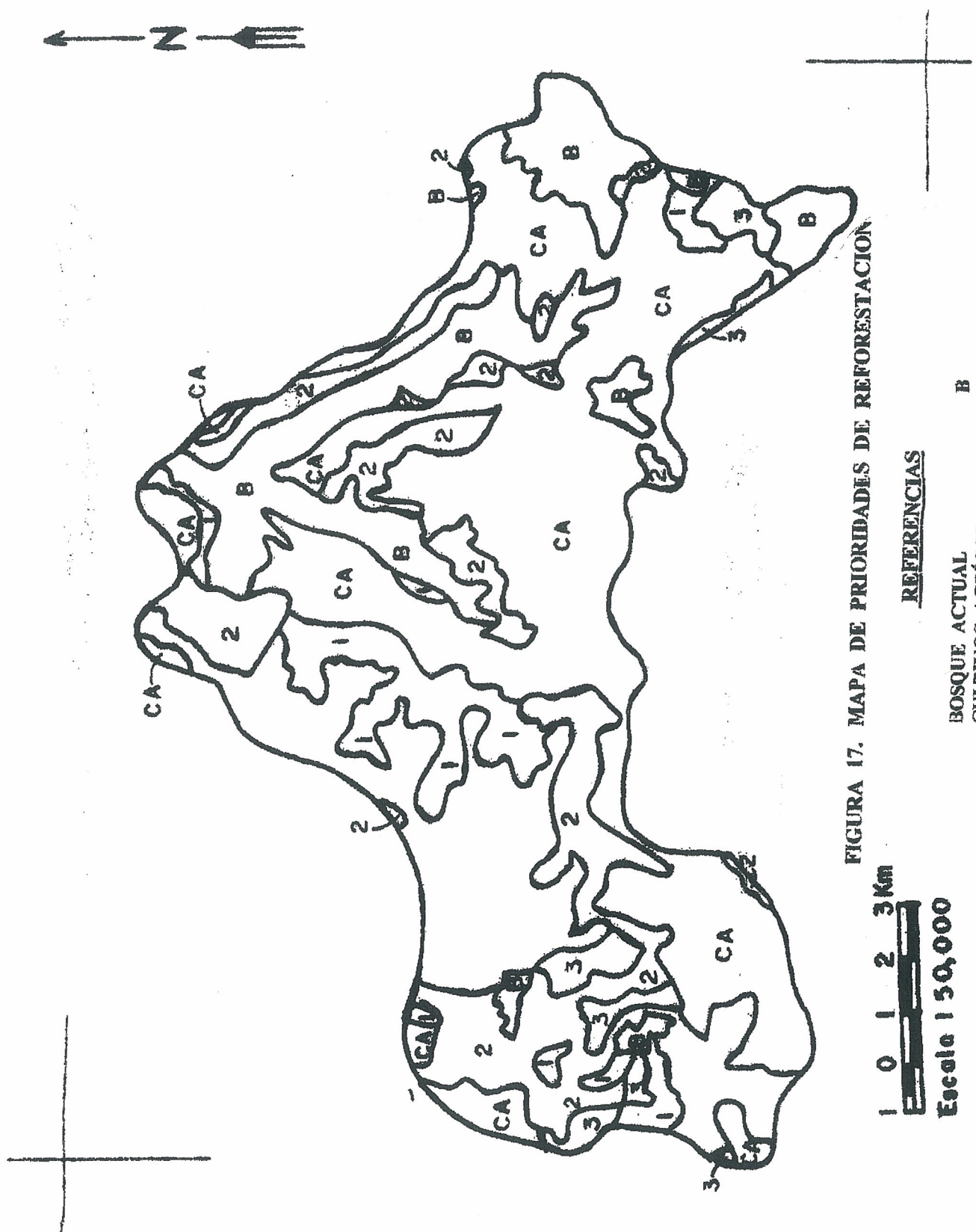


FIGURA 17. MAPA DE PRIORIDADES DE REFORESTACION

REFERENCIAS

BOSQUE ACTUAL B
CULTIVOS AGRÍCOLAS CA

PRIORIDADES DE REFORESTACION

- PRIMERA PRIORIDAD 1
- SEGUNDA PRIORIDAD 2
- TERCERA PRIORIDAD 3

**PROYECTO DE REFORESTACION “TEOCINTE”
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS**

[illegible]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ref. IIA-02-2005

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN:

“COMPARACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO
FORESTAL DE LA SUBCUENCA DEL RIO TEOCINTE
DE 1995-2004 Y SU INCIDENCIA EN EL RECURSO
HIDRICO”

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: VICTOR MANUEL ARIAS IZAGUIRRE

CARNE: 19085

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Josué Iván Morales Dardón
Ing. Agr. Noengry Amílcar Mérida González

Los asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcado en el “PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACIÓN DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO”, Aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de sesión celebrada el 17 de septiembre de 1,998.

Ing. Agr. Josué Iván Morales Dardón
ASESOR

Noengry Mérida
Ing. Agr. Noengry Amílcar Mérida González
ASESOR

Dr. David Monterroso Salvatierra



IMPRIMASE

Ariel Abderramán Ortiz López
Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DECANO



Control académico
DM/pr
archivo

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>